

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Гладышева Анна Сергеевна

Позднеледниковье восточной части Ленинградской области:

ключевые события геологической истории

Магистерская диссертация

Научный руководитель:

к.г.-м.н., доцент Шитов М.В.

«____»_____ 2017

Заведующий кафедрой:

д.г.-м.н., проф. В.Ю. Кузнецов

«____»_____ 2017

Санкт-Петербург

2017

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Геолого-географическое описание территории	6
Глава 2. История изучения	14
Глава 3. Методика	27
Глава 4. Опорные разрезы позднеледниковых отложений юго-восточного Приладожья	29
Глава 5. Ключевые события геологической истории позднеледниковья: палеогидрология и изменения условий природной среды	45
Заключение.....	50
Список использованной литературы:	51

Введение

Актуальность работы. Ключевыми проблемами позднеледниковья северо-запада России являются положение и темпы дегляциации валдайского ледникового покрова и связанная с ним эволюция приледниковых водоемов. Хронология палеогидрологических событий остается недостаточно изученной. Так, установление эволюции Онежского приледникового озера (ОПО) является затруднительной, вследствие фрагментарного развития береговых образований на Онежском озере. В работах И.Н. Демидова (2004, 2005, 2006) и M.Saarnisto et al. (1995, 2001) предлагается весьма сложная схема с последовательным прорывом ОПО через разные пороги стока, реконструированные путем изучения «уровней изоляции» в иловых отложениях малых озер на различных высотных отметках, имевших в прошлом связь с ОПО. Существование некоторых порогов стока является дискуссионной. Таким образом, к настоящему моменту прямых свидетельств возникновения стока по различным флювиогляциальным системам не существует. Изучение геолого-геоморфологического строения водных систем, соединявших 2 крупнейших приледниковых водоема Северо-запада России, позволяет получить данные о ходе ключевых палеогидрологических событий на Северо-Западе.

Целью настоящей работы является реконструкция основных этапов позднеледникового развития флювиогляциальных систем и озерно-ледниковых бассейнов юго-востока Ленинградской области на основе стратиграфических, геохронологических и палеогеокриологических данных

Для достижения этой цели были решены следующие *задачи*:

1. выделение и прослеживание в латеральном направлении ключевых стратиграфических уровней и последовательностей отложений (секвенций), фиксирующих возникновение флювиогляциальных систем и трансгрессивно-регрессивные фазы развития приледниковых озер;
2. выявление связи этих уровней и секвенций с современным и погребенным рельефом;
3. корреляция разрезов по стратиграфическим, геохронологическим и палеогеокриологическим данным;
4. установление последовательности и абсолютные возраста основных палеогидрологических событий на фоне быстрых изменений природной среды в позднеледниковое время.

Объектом исследования является комплекс водноосадочных и субэразальных позднеледниковых отложений восточной части Ленинградской области. Предметом

исследования являются структурно-текстурные особенности и происхождение позднеледниковых отложений, их связь с рельефом в контексте развития природной среды на территории Ленинградской области в позднеледниковье.

Новизна работы.

1. Установлено, что 13-14 метровая терраса в среднем течении р. Свирь связана открытием стока по р. Свирь из Онежского приледникового озера с формированием долинного ландшафта. При этом фиксируется только один – аллерёдский прорыв р. Свирь. Никаких геологических свидетельств второго – позднедриасового по И.Н. Демидову – прорыва не наблюдается. Вероятно, р. Свирь существует непрерывно уже с аллереда.
2. Зафиксировано время снижения уровня Балтийского приледникового озера ниже 13-14 м на границе аллерёда-позднего дриаса, что согласуется с полученными геохронологическими данными, развитием криогенных текстур в верхней части водноосадочных отложений и формированием котловин малых озёр на площадке террасы высотой 13-14 м.
3. Получены прямые геолого-геоморфологические свидетельства существования порогов стока из ОПО по системам рек Ошта-Тукша-Оять и р. Свирь.

Практическая значимость Результаты работы могут быть использованы для уточнения серийных легенд Государственной геологической карты масштаба 1:200 000 Тихвинско-Онежской серии. Определены границы и возраста геологических тел и коррелятных им форм рельефа на территории листов Р-36-XXVIII и Р-36-XXIX.

Фактические материалы. В 2015-2016 гг. автором и другими участниками исследовательской практики по четвертичной геологии Института наук о Земле СПбГУ под руководством М.В. Шитова было описано 9 опорных разрезов, расположенных в среднем и нижнем течении рек Свирь, Оять и Паша. Для всех опорных разрезов была проведена детальная фотодокументация. В лаборатории «Геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана» из позднеледниковых отложений получено 10 радиоуглеродных датировок.

В работе использованы результаты бурения на акватории малых озёр, расположенных близ города Лодейное Поле, на левом берегу р. Свирь, полученные в 2012-2013 гг. под руководством М.В. Шитова и А.А. Потаповича. Для уточнения строения донных осадков озёр, а также морфологии их котловин под руководством В.И. Кашкевича (АО «Геофизпоиск») со льда озёр Цыганское, Глухое и Рыбье были проведены георадиолокационные и электротомаграфические работы, в которых принимал участие автор.

На защиту выносятся *следующие положения и результаты*:

1. Разрезы позднеледниковья, связанные с разновозрастными флювиогляциальными системами стока из Онежского приледникового озера (ОПО) и озерно-ледниковыми бассейнами характеризуются схожими секвенциями, фиксирующими закономерные изменения условий седиментации в следующей последовательности: флювиальная система – озерно-ледниковый бассейн – регрессирующий озерно-ледниковый бассейн – субэральная обстановка с распространением криогенных явлений.

2. Прорыв р. Свирь и формирование долинного зандра, отложения которого – косослоистые грубозернистые пески – слагают в районе г. Лодейное Поле 13–14-метровую флювиогляциальную террасу, произошел в аллерёде.

3. Начиная уже с позднего дриаса уровень приледникового бассейна в юго-восточном Приладожье не превышал 13–14 м абс. высоты.

Благодарности. Огромную признательность автор выражает своему научному руководителю - М.В. Шитову, без чьей поддержки, советов, терпения и замечаний невозможно было бы создание этой работы. Автор глубоко благодарен А.А. Потаповичу за предоставление необходимых материалов и оказанную помощь. Благодаря содействию Л.А. Савельевой удалось проинтерпретировать колонки озерных отложений и получить данные спорово-пыльцевого анализа.

Написание данной работы было бы невозможно без фактического материала, полученного в ходе научно-исследовательской практики по четвертичной геологии на УНБ «Свирь», и помощи участников практики разных лет – А.В. Воробьевой, Т.Э. Багдасарян, И.В. Сумаревой, А.В. Островерховой, И.А. Медведевой и многих других.

Глава 1. Геолого-географическое описание территории

Рассматриваемая территория расположена на северо-западе Европейской части России, в районе Онежско-Ладожского перешейка.

Климат. Климатические условия территории определяются ее положением в умеренных широтах на северо-западе Русской равнины, где отчетливо проявляется влияние Атлантического океана и его морей. Внутренние водоемы — Финский залив Балтийского моря и крупнейшие озера — Ладожское и Онежское смягчают климат. В целом климат территории определяется как умеренно холодный, влажный.

Изучаемая территория лежит в зоне западного переноса и преобладания умеренных воздушных масс; характерна интенсивная циклоническая деятельность. Циклоны, перемещающиеся с запада на восток, выносят на сушу влажный атлантический воздух. В конце осени и зимы, когда термический и барический контраст между морем и сушей наиболее велик, циклоническая деятельность особенно интенсивна, что выражается в максимуме облачности (наибольшая зимой, наименьшая — летом) и большем количестве осадков, соответственно. Большое климатообразующее значение имеют вторжения арктических воздушных масс, особенно в конце зимы, когда с ним связано сильное понижение температур (Исаченко и др., 1965).

Зимы сравнительно мягкие, сильные морозы быстро сменяются оттепелями; лето умеренно теплое, временами прохладное. Среднеянварские температуры опускаются до -11 градусов. Среднеиюльские температуры составляют 15-16 градусов (Нестерова, 2003).

Средняя годовая сумма осадков в районе города Лодейное Поле составляет около 606 мм (Исаченко и др., 1965). Территория характеризуется избыточным увлажнением, что обусловлено особенностями циркуляциями атмосферы в сочетании с относительно небольшими ресурсами радиационного тепла (Исаченко и др., 1965). Избыточное увлажнение, молодость рельефа территории и своеобразие её геолого-геоморфологических условий определили характер гидрографической сети.

Максимум осадков приходится на лето, но наибольшее количество дней с осадками наблюдается осенью и зимой.

Растительность и почвенный покров. Среди почв преобладают подзолисто-глеевые, а в низинах другие разновидности болотных почв (Исаченко и др., 1965).

Территория расположена в зоне средней и южной тайги. Наиболее широко распространены еловые леса. Сосновые леса также типичны для территории, хотя и распространены несколько меньше, чем ельники. Сосняки приурочены главным образом к легким песчаным и супесчаным почвам. Обширные площади занимают и

мелколиственные леса — березовые и осиновые (Геология СССР, 1971). Ландшафты данной территории отличаются значительной молодостью - формирование современной структуры в южнотаежных ландшафтах завершилось в суббореальном периоде голоцена (Нестерова, 2004).

Гидрография. Заложение гидрографической сети началось после отступления валдайского ледникового щита с территории, в позднеледниковье-начале голоцена. Поэтому продольный профиль рек слабо выработанный, с одной или двумя надпойменными террасами, иногда только с поймой.

Крупнейшей рекой является Свирь. Она вытекает из Онежского озера и впадает в Ладожское озеро. Длина реки 224 км, площадь водосбора 83 210 км² (Геология СССР, 1971). В верхнем и нижнем течении р. Свирь прорезает широкие равнинные участки, приуроченные к Ладожскому и Онежскому озерам, в среднем — полосу холмистого рельефа и течет здесь в узкой и глубокой долине. Глубина русла изменяется от 3,5 до 11 м, преобладают глубины 5—7 м (Геология СССР, 1971).

Крупнейшими озерами являются Онежское и Ладожское озера, котловины которых имеют структурно-тектоническое происхождение и были преобразованы последним оледенением. Оба озера являются реликтами более крупных приледниковых водоемов, существовавших на территории в позднеледниковье.

Рельеф. Основная роль в создании облика современного рельефа принадлежит ледниковой аккумуляции последнего оледенения. Однако слабо расчлененная поверхность доледникового субстрата территории способствовала равномерному отступанию ледника, поэтому нередко в рельефе выражена унаследованность форм современного и погребенного рельефа (Геология СССР, 1971). «Дочетвертичный рельеф области представляет собой денудационную равнину с абсолютными отметками поверхности, изменяющимися от 25 до 100 м. Равнина сложена песчано-глинистыми и в меньшей степени карбонатными породами среднего и верхнего девона» (Геология СССР, 1971). На изучаемой территории широко распространены аккумулятивные формы ледникового, водно-ледникового и озерно-ледникового рельефа. Ограниченное распространение донноморенных аккумулятивных равнин и краевых ледниковых гряд объясняется развитием обширных приледниковых бассейнов в позднеледниковье (Геология СССР, 1971). Современная поверхность характеризуется равнинным рельефом. Однако по своему генезису она неоднородна и состоит из абрадированных моренных участков и аккумулятивных озерно-ледниковых.

Социально-экономическая характеристика. Относительно благоприятные климатические условия территории сочетаются с неблагоприятными почвенными

условиями (бедность почв, широкое развитие заболоченных почв и болот). Основные направления хозяйства – лесная промышленность, молочное и мясо-молочное животноводство. Местные природные ресурсы используются в деревообрабатывающей и пищевой промышленности. Развито рыболовство (Исаченко и др., 1965).

Геологическое строение

Описываемый район входит в состав северо-западной части Русской плиты и южную окраину Балтийского щита. В соответствии геотектоническим районированием северо-запада Русской платформы в пределах рассматриваемой территории расположены юго-восточная часть Балтийского кристаллического щита (Карельский блок) и северо-западный склон Московской синеклизы. Породы Балтийского щита представлены дислоцированными породами гранито-гнейсового состава архейско-нижнепротерозойского возраста (Объяснительная записка Р-35-37, 2000). В пределах Московской синеклизы на них моноклинально залегают отложения верхнепротерозойского и палеозойского возраста.

Выходов дочетвертичных пород на территории крайне мало вследствие относительной равнинности территории и больших мощностей четвертичного покрова. В рельефе дочетвертичных пород выражены V-образные долины – древние долины р. Свирь, р. Тукша-Оять, р. Шапша, погребенные под мощной толщей четвертичных осадков (Объяснительная записка Р-XXIX, 1983).

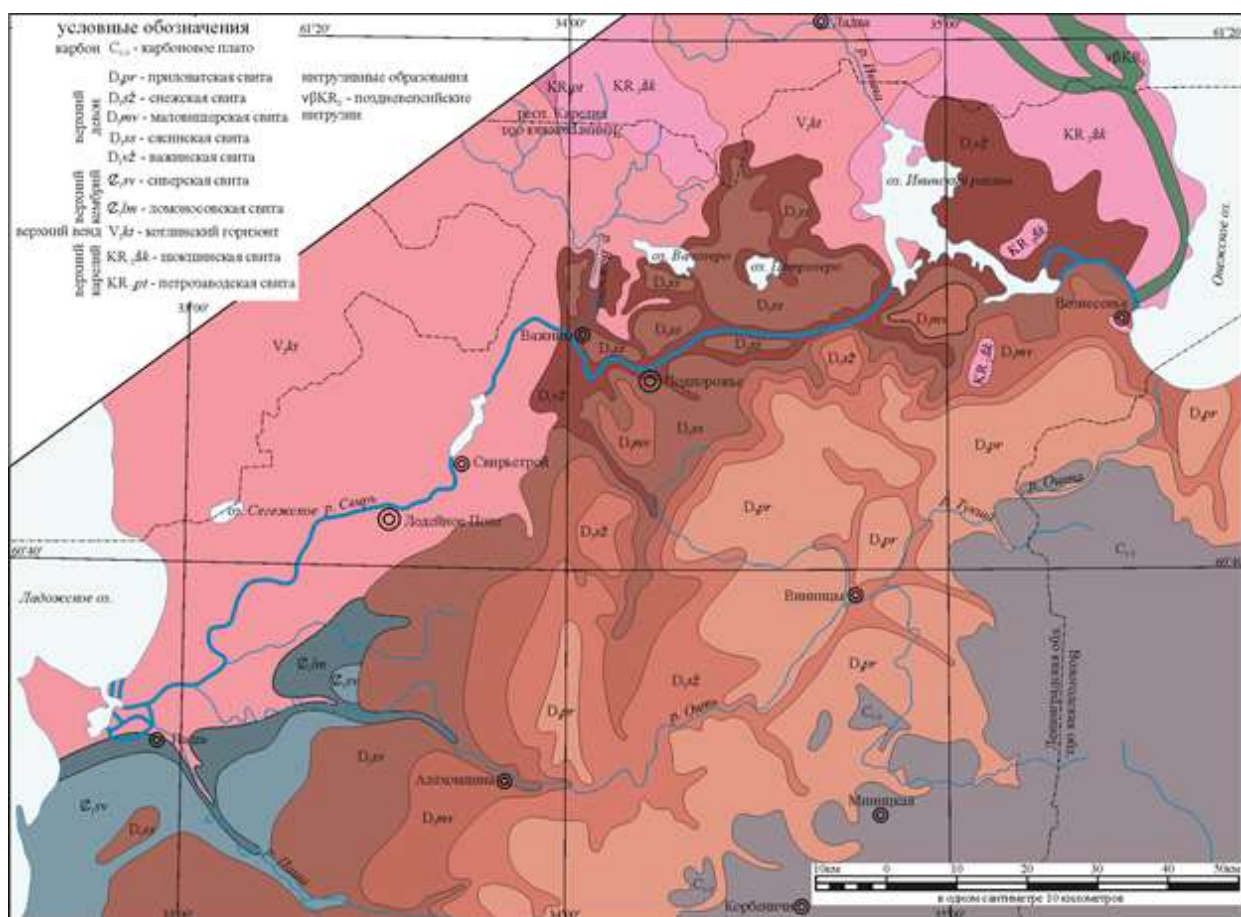
Нижнепротерозойские (карельские) образования представлены верхнекарельскими отложениями вепиского надгоризонта, к которому отнесены относительно слабо метаморфизованные песчаники и кварцито-песчаники *петрозаводской* (KR2pt) и *шокинской* (KR2šk) свит.

Вендская система сложена неметаморфизованными породами (глинами, алевролитами, песками и песчаниками) *котлинского* (V2kt) горизонта, распространёнными повсеместно (Отчет о результатах работ..., 2014).

Палеозойская эратема представлена отложениями кембрия и девона.

Отложения нижнего кембрия распространены в низовьях Свири и представлены песчаниками, алевролитами и глинами *ломоносовской* свиты (Є11m) мощностью до 25 метров (Объяснительная записка Р-35-37, 2000) и зеленовато-серыми и голубовато-зелеными глинами *сиверской* свиты (Є 1sv), мощность которых может достигать 100-120 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000).

Отложения верхнего девона представлены песками, песчаниками, алевролитами и глинами *важинской* (D3vž), *сясинской* (D3ss) *маловишерской* (D3mv), *снежской* (D3 sž) и *приловатской* свит (D3 pr).



Четвертичная система

Четвертичные отложения распространены практически повсеместно, за исключением отдельных участков водоразделов и речных долин (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Наиболее полные разрезы четвертичных отложений известны в погребенных долинах, где их мощность может достигать 130 м (Объяснительная записка...Р-36-XXIX, 1983). На поверхности распространены отложения, связанные с последним валдайским оледенением и современные отложения.

Раздел Неоплейстоцен

Нижнее звено

Нижнеплейстоценовые отложения относятся к *прионежскому*, *пайскому*, *урьинскому*, *свирскому* и *окскому* горизонтам. Вскрыты только скважинами в бассейнах р. Свирь, Паша и на территории Прионежья. К ледниковым отложениям отнесены отложения *прионежского*, *урьинского* и *окского* горизонтов, а к отложениям с межледниковыми характеристиками – *пайские* и *свирские*.

Среднее звено

В составе среднего звена неоплейстоцена выделяются отложения *лихвинского* горизонта и *среднерусского* надгоризонта в объеме *вологодского*, *горкинского* и *московского* горизонтов.

Отложения *лихвинского* (*IIIh*) горизонта вскрыты в разрезах скважин на Онежско-Ладожском перешейке и представлены предположительно морскими (*mIIIh*) и озерными (*mIIIh*) отложениями. Морское происхождение отложений устанавливается по остаткам фауны фораминифер и морских диатомей (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Мощность морских отложений достигает 29 м, озерных – до 10 м в районе г. Подпорожье (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Отложения залегают на окской морене и перекрыты днепровской.

Отложения *вологодского* (*днепровского*) (*II dn*) горизонта так же вскрыты бурением на Онежско-Ладожском перешейке. На территории перешейка отложения залегают на лихвинских отложениях, перекрыты горкинскими слоями. Морена (*gII dn*) красно-бурого цвета глинистая с большим количеством магматических и метаморфических валунов, мощностью 5-40 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.)

Отложения *горкинского* (*одинцовского*) (*IIgk*) межледниковья представлены супесями, суглинками и глинами озёрного происхождения (*IIIgk*). Согласно результатам бурения, их мощность в районе г. Подпорожье 5-31 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Залегают между днепровской и московской моренами.

Московский горизонт (IIms). Представлен ледниковыми, ледниково-озерными и флювиогляциальными отложениями, вскрытыми многочисленными скважинами. На Онежско-Ладожском перешейке морена (gIIms) состоит из валунных глин красновато-реже желтовато-коричневого цвета. Мощность 10-30 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). На Онежско-Ладожском перешейке московская морена перекрыта ледниковыми и флювиогляциальными отложениями валдайского оледенения (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.).

Флювиогляциальные отложения (fIIms) гравийно-песчаного состава, их средняя мощность 0,5-6 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.).

Озерно-ледниковые отложения (lgIIms) – пески и суглинки, мощностью до 10-15 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.).

Верхнее звено

Отложения этого возраста представлены отложениями *микулинского, подпорожского, ленинградского, осташковского* горизонтов и распространены повсеместно.

Отложения *микулинского горизонта (IIImk)* широко распространены. Представлены морскими (mIIImk) и озерными (IIImk) отложениями. В составе морских отложений – зеленовато-серые глины с сероводородным запахом с остатками растительности и морской фауны. Мощность 1-36 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Вверх по разрезу морские отложения замещаются озерными фациями мощностью 3-18 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Морские отложения микулинского горизонта соответствуют бореальной трансгрессии на севере европейской части России и мгинскому морю на Северо-западе.

Валдайский надгоризонт объединяет *подпорожский (нижневалдайский), ленинградский (средневалдайский) и осташковский (верхневалдайский)* горизонты.

Подпорожский горизонт (IIIpd). Стратотип расположен у г. Подпорожье. Ледниковые отложения (gIIIpd) представлены валунными суглинками темно-серого цвета мощностью до 17 м в разрезе скважины у г. Подпорожье (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). «Залегают между континентальными образованиями микулинского и ленинградского горизонтов» (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.).

Озерные отложения *ленинградского горизонта (IIIln)* представлены пресноводными осадками, среди которых глины и суглинки серого цвета. Мощность 3-15 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Залегают между моренами подпорожского и осташковского горизонтов.

Осташковский горизонт (Шos) объединяет ледниковые, флювиогляциальные, озерно-ледниковые отложения последнего оледенения неоплейстоцена. Они находятся на поверхности и составляют современный рельеф.

В составе ледниковых отложений (gШos) серые или коричневато-бурые суглинки, мощностью от 0,5 до 80 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). Изверженные и метаморфические породы в составе галек и валунов указывает на их привнос из скандинавского центра оледенения.

Флювиогляциальные отложения (fШos) слагают различные формы (террасы в долинах рек, озы, зандровые поля). В составе пески с прослоями гравия, галечников и реже валунов. Мощность изменчива, но в среднем до 10 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.).

Озерно-ледниковые отложения (lgШos) связаны с крупными приледниковыми бассейнами или с локальными водоемами и камами. Состав разнообразен: глины, суглинки, часто ленточные до песков и гравийно-галечных отложений. Чаще всего мощностью до 20 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.).

Осадки *Балтийского приледникового озера (lgШlbl)* слагают значительные площади территории, примыкающей к Ладожскому озеру. Отложения представлены ленточными глинами, песками, суглинками и супесями. Мощность до 15 м, изредка до 30-35 м (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.). «Абсолютная высота кровли отложений Балтийского ледникового озера не превышает 36-38 м» (Объяснительная записка Р-35-37, 2000 г.) или отметок 44-42 м (Объяснительная записка Р-XXIX, 1983).

Надраздел Голоцен

Аллювиальные отложения (aH) объединяют русловую фацию и осадки реки, слагающие пойму и первую надпойменную террасу рек. Состав различен: от грубообломочного валунно-гравийно-галечного материала до алевроитов.

Озёрные отложения (IH) приурочены к побережьям и акваториям крупных (Ладожское, Онежское озера) и малых озер. Слагают днища озерных котловин и пляжи. Состав различен.

Отложения формирующие первую террасу Ладожского озера (IHld) образовались во время трансгрессии ладожского озера, начавшейся в конце атлантического - начале суббореального времени (около 4800 л.н.) и достигавшей во время своего максимума (3000-2800л.н.) абсолютных отметок 11-14м (Шитов, 2007). Они распространены в низинах по берегам Ладоги и в нижних течениях крупных рек (Свирь, Оять, Паша) и представлены песками различной зернистости, суглинками и гиттиями.

Условные обозначения:

рН - полистрий;
 ИН - озёрные образования;
 IIIbI - озёрно-ледниковые образования Балтийского ледникового озера;
 IglIos - озёрно-ледниковые образования;
 flIos - гляциофлювиальные образования;
 ghIos - краевая морена;
 gIos - основная морена;

61°20'

Онежское озеро

подпорожье

60°40'

Ладожское озеро

подеиное поле

а - береговая возвышенность;
 б - абразионные уступы;
 в - дельта;
 г - флювиогляциальные дельты;

границы пограничной речной долины

0 10 20 30 40 50 км

в широте с шагом 10 километров

13

Глава 2. История изучения

Позднеледниковая история восточной части Ленинградской области тесно связана с деградацией последнего оледенения и формированием по периферии ледникового покрова крупных приледниковых водоемов. Один из первых приледниковых бассейнов возник в Восточном Прионежье в районе р. Водлы после отступления ледника от вепской и крестецкой конечных морен (История плейстоценовых озер..., 1998). «Онежская котловина освободилась ото льда после последовательного отступления ледника сначала лужской стадии (13 тыс. лет назад), а затем невской (12 тыс. лет назад) и ругозерской (11 тыс. лет назад)» (История плейстоценовых озер..., 1998).

Современные представления об эволюции Онежского приледникового озера (далее ОПО) основаны на модели гляциоизостатического перекоса котловины водоема, изменении его уровней, связанных с открытием новых порогов стока и положением поздневалдайского ледникового щита. Для реконструкции уровней данного палеоводоема изучаются донные отложения малых озер Прионежья, которые входили в состав ОПО, а также донные отложения Онежского озера (см. каталог опорных разрезов, приложение 1). Изоляционные контакты малых озер фиксируют момент отделения малого водоема от ОПО. Прямых геологических свидетельств изменения уровня ОПО не так уж много, вследствие неравномерной и слабой развитости береговых образований, поэтому особое значение приобретают террасы, флювиогляциальных систем стока из ОПО и флювиогляциальные дельты, формировавшиеся на побережьях озера в устьях мощных потоков талых ледниковых вод на разных этапах дегляциации.

Существует несколько точек зрения о положении линии перекоса котловины Онежского озера. Наиболее вероятная линия гляциоизостатического перекоса котловины установлена от истока р. Свирь до устья р. Водла (Земляков, 1936; Квасов, 1976). Она была установлена Б.Ф. Земляковым на основании имевшихся данных по высотам береговых образований, характеру побережий и местоположению археологических стоянок.

На основании изучения разрезов донных отложений (рис. 3), вскрытых скважинами в акватории Онежского озера, по берегам и в акватории малых озер (рис. 4), расположенных по периферии современного Онежского озера, И.Н. Демидов реконструировал площадь, направления и уровни стока, а также положение края ледникового верхнеплейстоценового щита на территории южной Карелии и востока Ленинградской области в позднеледниковье (рис.5) (И.Н. Демидов, 2004, 2005, 2006).

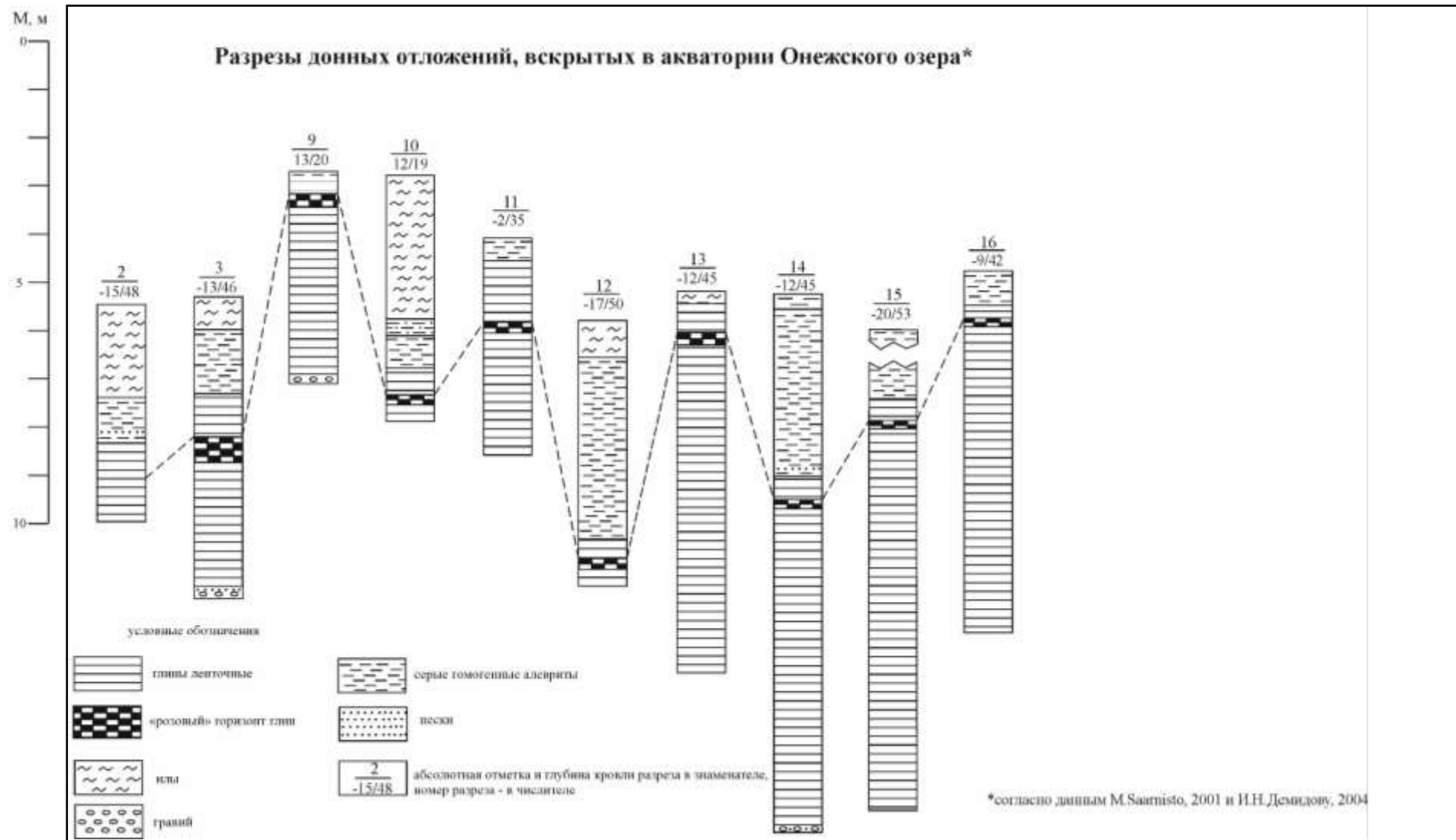


Рис. 3 Разрезы донных отложений Онежского озера согласно литературным данным

Комплекс донных осадков Онежского приледникового озера представлен песками, алевроитами и ленточными глинами (рис. 3). Корреляция и коннекция ленточных глин затруднительна тем, что классические двучленные варвы встречаются только на весьма ограниченной площади водоема. Осадконакопление в приледниковом озере осложняется периодическим привносом более крупнообломочного материала, течениями, подвижками ледника и т.п. В таком случае могут образовываться пятичленные осадки, характерные для турбидитных отложений. Поэтому наличие маркирующих горизонтов для толщ ленточных глин является особенно важным при корреляции отложений разных частей котловины крупных озер (И.Н. Демидов, 2004). Для изучаемых колонок донных отложений таким горизонтом является «розовый горизонт». Образование «розового горизонта» И.Н.Демидов связывает с окислением приповерхностного горизонта ленточных глин, который коррелируется с резким падением уровня озера и кардинальным изменением направления стока. Примерное время формирования «розового горизонта» получено из остатков органики, содержащихся в ленточных глинах ниже «розового горизонта» методом AMS в разрезе оз. Нижнее Мягозеро (рис.4). Возраст подошвы «розового горизонта» ленточных глин составляет около 11300 лет (Демидов, 2004, Saarnisto, Saarinen, 2001).

Возраст накопления ленточных глин изначально определялся по положению котловины водоема между краевыми образованиями лужской стадии и стадии сальпаусселькя последнего оледенения (Демидов, 2004). По результатам варвохронологических исследований, дополненных данными палеомагнитных исследований и датирования методом акселерированной масс-спектропии ленточных глин (Saarnisto, Saarinen, 2002), можно утверждать, что накопление ленточных глин в южной части ОПО началось в среднем дриасе около 12000 л.н. и закончилось в середине молодого дриаса, около 10600 л.н (Демидов, 2004).

По результатам палинологических исследований в котловине ОПО выделяются пыльцевые зоны аллерёда, среднего и молодого дриаса (Лаврова, 2004). В связи с сохранением полей мертвого льда распространение растительности на территории Онежско-Ладожского перешейка началось только в аллерёде. На интенсивные процессы эрозии, происходившие в позднеледниковье, указывает присутствие переотложенной пыльцы, в том числе и термофильных пород в донных отложениях. В ископаемой флоре позднеледниковья установлены арктические, арктоальпийские, гипоарктические, бореальные и степные виды (Лаврова, 2004). Постоянное присутствие *Alnaster fruticosus* может свидетельствовать об участках многолетней мерзлоты. Ландшафтно-

экологические условия позднеледниковья были неблагоприятны для развития лесов на территории. В целом, палиноспектры спорово-пыльцевых диаграмм для разрезов, полученных из донных отложений Онежского озера и малых озер Прионежья, характеризуются высоким содержанием пыльцы древесных пород в спорово-пыльцевых спектрах отложений аллереда и значительным увеличением пыльцы травянистых, характерном для палиноспектров верхнего дриаса (Лаврова, 2006).

Согласно модели дегляциации бассейна Онежского озера (Демидов, 2004, 2005) в самом конце последнего оледенения продвижению на юг Онежской ледниковой лопасти способствовало его всплытие на поверхности водоема, предшествующему Онежскому озеру, и отсутствие трения об дно водоёма. Уже к началу позднеледниковья (бёллинг 13-12 тыс. лет назад) происходит потепление, которое сильно уменьшает объем оледенения. В этот период большие площади льда теряли связь с питающей областью, преобладал ареальный тип дегляциации с образованием полей мертвого льда.

Уровень Онежского приледникового озера контролировался освобождением более низких порогов стока по мере отступления ледника. Первоначально со времени отступления ледника от лужской стадии (около 12500 л.н.) формируется приледниковый водоем, уровень которого составлял 120 м (рис.5) и входил в систему верхневолжских озер (Квасов, 1976; Демидов, 2004). После освобождения долин рек Ошты, Тукшы и Ояти сток происходит по ним, уровень ОПО понижается до 106 м. Вскоре освобождается ото льда долина р. Свири, и водоем получает более низкий порог стока с уровнем 81-75 м (Демидов, 2004). Это произошло около 12250 лет назад (Saarnisto, Sarinen, 2001) или около 12300 лет назад (Шелехова, 2007). Открытие стока по р. Свирь и падение уровня ОПО отражается в отложениях оз. Горнозеро и Пертозеро (рис.4), расположенных южнее современного Онежского озера и входивших в состав ОПО в аллерёде. В основании разреза Горнозеро (рис.4), залегают ленточные глины, сформированные в ОПО. Время изоляции озера от ОПО и открытие стока по Свири устанавливается по завершению формирования ленточных глин и переходу к накоплению алевритов. В донных отложениях оз. Пертозеро (рис.4) сильно опесчаненные алевриты с гравием фиксируют размыв отложений и изоляцию Пертозера от Онеги. После открытия стока из ОПО по долине р. Свири порог стока определялся высотой моренной гряды с отметками поверхности около 80 м, перегораживавшей долину р. Свирь восточнее г. Подпорожье, а затем высотой моренной равнины около 60 м (Демидов, 2006). В северной части водоема уровень составлял 115-120 м (Демидов, 2004). Сток по Свири, согласно данным И.Н. Демидова, продолжался 800-900 лет.

При дальнейшей дегляциации контакт с глубоким приледниковым водоемом вызвал быстрое отступление ледника. Поэтому осадконакопление в разных частях котловины Онежского озера, согласно данным варвохронологического анализа (Saarnisto, Saarinen, 2001), началось практически одновременно.

Около 11600 лет назад произошло освобождение северной части Заонежского полуострова ото льда, что фиксируется в отложениях озер Нижнее Мягрозеро, Путкозеро, Падмозеро (рис.4) (Демидов, 2005). Абсолютные отметки (около 115 м) флювиогляциальной дельты в районе Сулажгоры на северной окраине г. Петрозаводска отражают уровень ОПО на рубеже среднего дриаса-начале аллерёда (Демидов, 2004).

В ходе дальнейшей дегляциации, согласно данным И.Н. Демидова, около 11300 лет назад ОПО получило новый порог стока в Беломорскую котловину. Явных признаков существования данного порога стока нет: «Порог стока, связывающий Беломорскую котловину и ОПО в районе д. Морская Масельга с отметками около 110-115 м в настоящее время находится на дне Беломоро-Балтийского канала, что затрудняет его исследования. Другой порог стока на высоте 125 м южнее д. Карельская Масельга, доступен для исследований. Порог стока представляет собой понижение в рельефе коренных пород шириной около 200 м и глубиной около 10 м. Дно понижения перекрыто мореной, но ни валунных мостовых, ни других следов интенсивного размыва в районе предполагаемого порога стока не наблюдается. Напомним, что террасы на южном берегу Сегозера имеют отметку 134 м, т. е. в пределах предполагаемого порога стока глубина пролива составляла около 9 м. Отсутствие явных следов размыва можно объяснить только резким падением уровня водоема, вызвавшим быстрое осушение Онежско-Сегозерского пролива» (Демидов, 2006). Прорыв произошел у западных склонов Сумозерской возвышенности, между пос. Надвоицы и Летнереченский, поскольку южнее оз. Идель известна крупная дельта с отметками поверхности 130 м (Демидов, 2006). Уровень ОПО упал при этом на 20-25 м, вследствие чего и был сформирован «розовый горизонт». Смена ленточных глин более грубыми отложениями в изученных разрезах донных отложений в северной части Онежского озера по мнению М. Саарнисто (Saarnisto, Ekman et al., 1995) указывает на обмеление палеобассейна, вследствие освобождения северного порога стока ото льда. На севере уровень водоема составлял около 95 м, что соответствует абсолютным отметкам 105–90 м флювиогляциальной дельты в районе пос. Гирвас (Демидов, 2004).

Новая регрессия ОПО вскоре происходит из-за открытия нового порога стока в Ладугу через р. Видлицу (Демидов, 2004, 2005, 2006). В статье за 2005 год И.Н. Демидов говорит о нерешенности вопроса о существовании стока через р. Видлицу на запад.

«Вероятность его существования основана только на высоте (115 м) предполагаемого порога стока – болото Гарьюсуо» (Демидов, 2005). Однако в статье за 2006 тот же автор утверждает: «Долина небольшого ручья Кальяйоки, вытекающего из болота Гарьюсуо в бассейн р. Видлицы и Ладожского озера, несет следы размыва, встречаются валунные мостовые, указывающие на значительную силу водного потока. Эрозионная ложбина наблюдается и на дне мелководного Нялмозера, в которое впадает руч. Кальяйоки, а р. Видлица имеет хорошо выработанную широкую долину». Сток шёл по системе болото Гарьюсуо – р. Нялма – оз. Ведлозеро – р. Видлица. С существованием этого порога стока соотносится «хорошо выраженная аккумулятивная терраса с береговыми валами на отметках 60-50 м в устье р. Вытегры» (Демидов, 2006). В ходе регрессивного развития водоема в ленточных глинах поверх «розового горизонта» утончается слоистость, поскольку ОПО переходит в перигляциальную стадию развития, «а ледниковые воды продолжают поступать в водоем только через Гирвасскую экстрамаргинальную дельту еще на протяжении 600 лет, судя по количеству годичных слоев ленточных глин выше «розового» горизонта (Демидов, 2004; Saarnisto, Saarinen, 2001)

Возобновление стока по Свири произошло в раннем голоцене, около 9500 лет назад. К началу голоцена после таяния мощных массивов мертвого льда начинают образовываться озера в изучаемой области (Демидов, 2005). Котловины некоторых озер образовывались и ранее голоцена. Наиболее древние датировки донных отложений малых озер получены из речного обрыва у г. Пудож (рис.4) (11365 ± 95), озер Тамбичозеро (рис.4) (11635 ± 225) (Wohlfarth et al., 1999, 2002, 2004). Происходили интенсивные процессы эрозии, на что указывает большое количество переотложенных морских форм в диатомовых комплексах позднеледниковья малых озер (Шелехова, 2007).

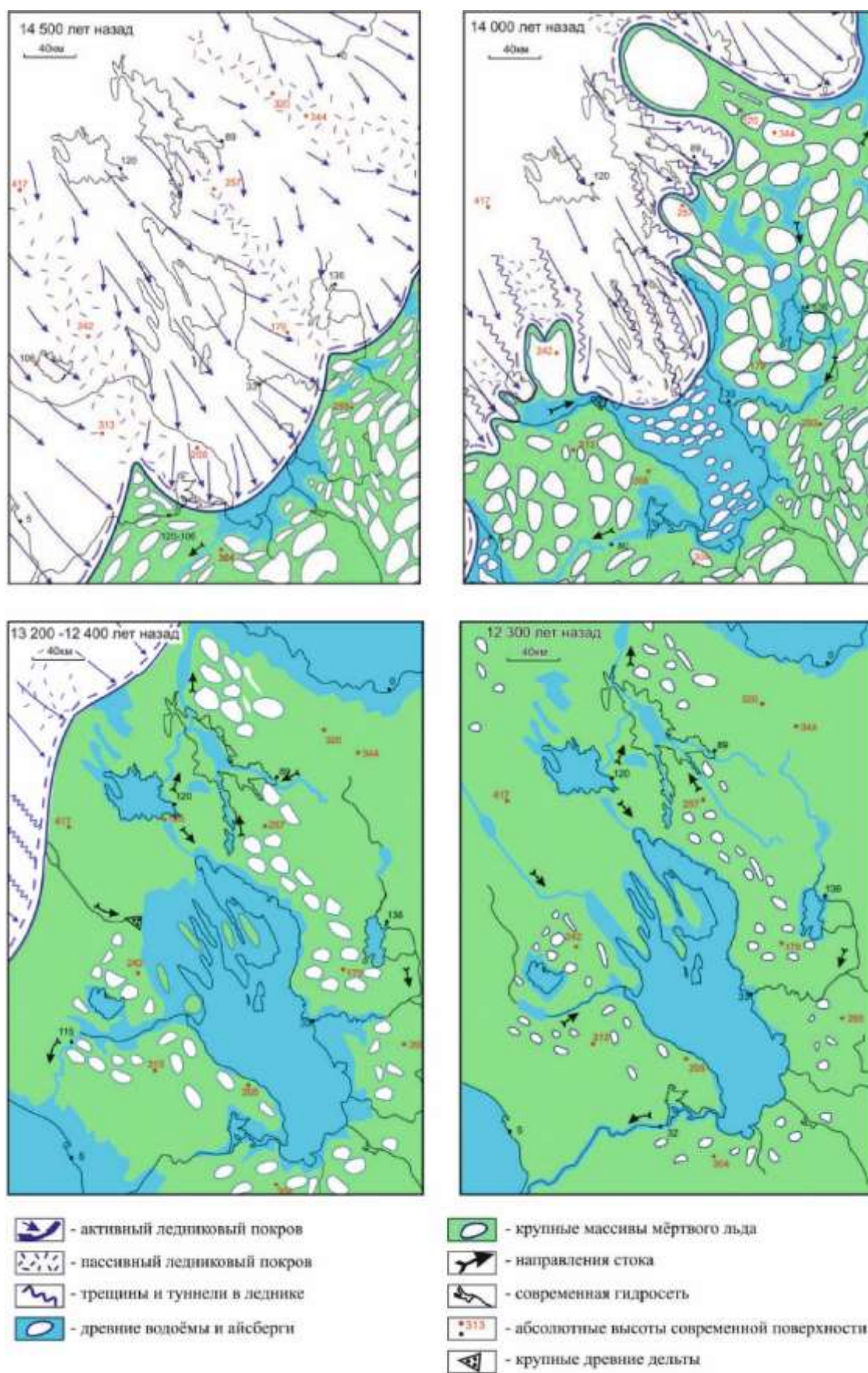


Рис. 5 Этапы формирования Онежского приледникового озера (автор: И.Н. Демидов)

Фактических геолого-геоморфологических данных об изменениях уровней ОПО, как указывалось выше, не так уж и много. Береговые образования на берегах Онежского озера развиты слабо и неравномерно. Изучение террас флювиогляциальных систем – порогов стока из ОПО в позднеледниковые помогает реконструировать уровни ОПО. Одним из первых изучение террасовых поверхностей в долине Свири, Ояти и Паши начал К.К. Марков (Марков и др., 1934; Марков, 1949). В статье 1949г. К.К. Марков указывает на существование трех террасированных поверхностей в низовьях Свири: «Террасовые ступени низины ясно ограничены во многих местах уступами, так что их наличие не может вызвать сомнений. Террасовых поверхностей насчитывается всего три» (Марков, 1949). Эти данные обобщены в карте-схеме в статье за 1949 г (рис. 6):

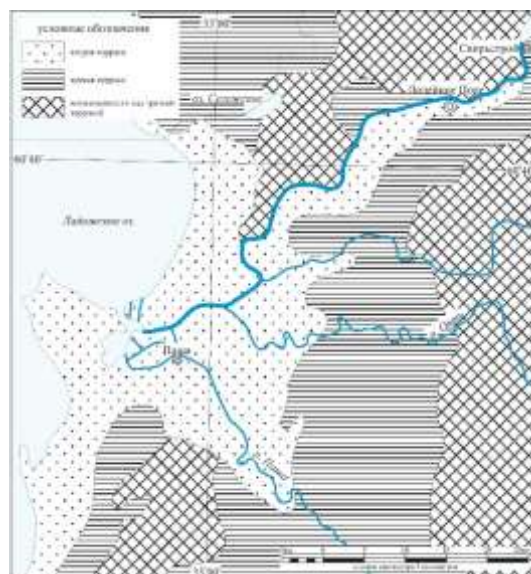


Рис. 6 Схема геоморфологического строения низовьев р. Свирь, Оять и Паши (автор К.К. Марков)

Третья терраса, по мнению К.К. Маркова, имеет флювиогляциальное происхождение: «...третья терраса начала образовываться еще в виде дельты ледникового потока, устремлявшегося на запад, в направлении р. Свирь и впадавшего в ледниковое озеро. Это видно по флювиогляциальному характеру песков, увеличению их сортированности вниз по течению р. Свирь с переходом даже (местами) песков в ленточные, т.е. уже озерно-ледниковые отложения» (Марков, 1949).

Вторая терраса образована в ходе Ладожской трансгрессии. Распространение второй террасы по данным К.К. Маркова следующее: при движении вниз по течению р. Свирь она обнаруживается выше Лодейного поля. Здесь терраса тянется в виде узкой полоски, не превышающей нескольких сотен метров ширины, и напоминает речную террасу. Неширокой полосой продолжается эта терраса по берегам Свири у Лодейного

поля. Все еще узкие полосы второй террасы видны по правому берегу Свири и ниже Лодейного поля (Марков, 1949).

Характер разреза, литологический состав отложений, выраженность в рельефе террасы, связанной с Ладожской трансгрессией, позволяют уверенно отличать данные озерно-аллювиальные отложения, от других отложений водноосадочного происхождения.

Первая терраса представляет собой чисто речное образование – пойму, которая выражена не на всем протяжении Свири, а лишь фрагментарно, на отдельных участках (например, в районе г. Лодейное поле).

По результатам геологосъемок по листам Р-36-XXVIII (Келль и др., 1977) и Р-36-XXIX (Вигдорчик и др., 1983) получены данные о четвертичных отложениях и геоморфологическом строении среднего течения р. Свирь. На территории листа Р-36-XXVIII авторами объяснительной записки выделено 2 террасы: «первая, шириной 15-20 км с почти плоской, сильно заболоченной поверхностью, с абсолютными отметками до 20 м, образовавшаяся в результате трансгрессии Ладожского озера, расположена на юго-западе территории, вторая, шириной 12-15 км, расположенная северо-восточнее первой, простирается в северо-западном направлении, имеет волнистую поверхность с абсолютными отметками от 20 до 40 м. В рельефе хорошо виден уступ, разделяющий эти террасы» (Объяснительная записка...Р-36-XXVIII, 1977). Согласно нашим данным, на территории листа Р-36-XXVIII в долине р. Свирь имеется большее количество террас, чем указано в объяснительной записке Р-36-XXVIII, а терраса, сформированная в ходе ладожской трансгрессии, имеет более низкие отметки (Шитов, 2007) и на изучаемой территории её высота составляет 11 м.

На территории соседнего к востоку листа авторами объяснительной записки к листу Р-36-XXIX выделяются несколько озерно-ледниковых равнин. На юго-западе территории равнина связана с деятельностью озерно-ледниковых бассейнов, развитых в пределах Волхово-Ловатской низины, а на юго-востоке связана с системой озерно-ледниковых ступеней, окаймляющих Онежскую котловину (Объяснительная записка...Р-36-XXIX, 1983). Кроме того, наблюдается терраса, выраженная по склонам долины р. Свирь (Объяснительная записка...Р-36-XXIX, 1983).

Террасы в долине Свири в районе г. Подпорожье образуют "многоступенчатую лестницу", маркирующие быстрые смены уровней палеоводоемов позднеледникового (рис. 7). При этом ниже по течению данные террасы едва выражены (Р-36-XXIX, 1983). Сюда в позднеледниковое время был направлен сток талых ледниковых вод и более молодых водотоков, что создавало благоприятную обстановку для формирования

дельтовых образований, переработанных региональными водоемами в террасы, открывающихся в Приладожской низине. «Верхние ступени составлены флювиогляциальной и озерно-ледниковой крестецко-лужскими террасами. К более низким относятся две озерно-аллювиальные террасы, связанные с первым и вторым Балтийскими ледниковыми озерами, а также озерно-аллювиальные террасы бориального (вторая надпойменная) и атлантического - субатлантического периодов голоцена (первая надпойменная)» (Р-36-XXIX, 1983).

По данным М.Е. Вигдорчика (Р-36-XXIX, 1983): «Высота первой надпойменной террасы составляет 6-8 м, ширина - до 1 км; высота второй террасы 10-12 м, ширина до 2,5 км. Третья терраса имеет высоту порядка 15 м, ширина ее не превышает 1,2 км. Для четвертой террасы характерна высота 20-21 м при ширине не более 1,1 км. Пятая терраса при высоте 25-27 м имеет ширину около 4,5 км. Шестая терраса, наблюдаемая лишь севернее и северо-восточнее г. Подпорожья, при высоте 35-42 м имеет ширину 1-1,3 км». Все высоты указаны относительно уровня р. Свирь.

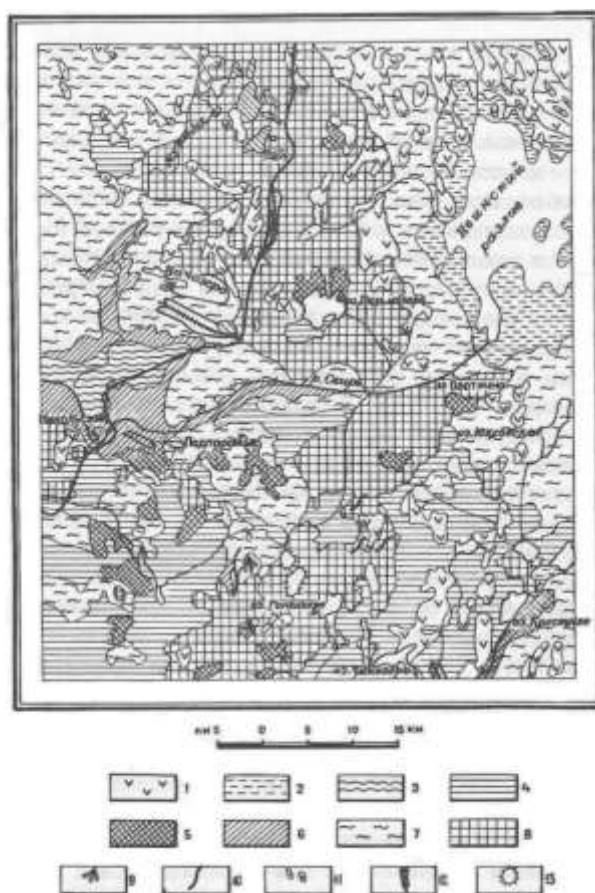


Рис. 7 Геоморфологическая схема листа Р-36-XXIX (составлена М.Е.Вигдорчиком, 1983). Условные обозначения: 1 – плоские и слабоволнистые болотные равнины, 2 – плоские озерные равнины; 3 – аллювиально-озерные равнины, террасы, 4 – плоские и слабоволнистые озерно-ледниковые равнины, 5 – холмисто-западинный камовый

рельеф, 6 – флювиогляциальные террасы, 7 – полого-волнистая моренная равнина, 8 – холмисто-моренный рельеф, 9 – дельты, 10 – озы, 11 – друмлины, 12 – конечно-моренные гряды, 13 – озерно-ледниковые плато.

Вероятно, терраса высотой 13-14 м вблизи города Лодейное Поле, высота которой выше по течению повышается до отметок 25-27 м (около 43-45 м абсолютной высоты) (Р-36-XXIX, 1983), является флювиогляциальной. Данная террасовидная поверхность связана с открытием стока по Свири в позднеледниковье. Поверхности, расположенные выше связаны с деятельностью приледниковых озер крестецко-лужских стадий. На территории листа Р-36-XXIX они имеют относительные отметки от 35 до 44 м. Согласно данным М.Е. Вигдорчика в террасы с относительными отметками 15-21 м (абсолютными около 35-41 м) в среднем течении р. Свирь выше г. Подпорожье связаны со стадиями Балтийского приледникового озера. Литологический состав и структурно-текстурные признаки отложений, связанных со стадиями Балтийского приледникового озера, указывают на их формирование в «прибрежно-дельтовой обстановке обширного, в данном случае приледникового водоема» (Р-36-XXIX, 1983). На территории листа Р-36-XXVIII террасы, связанные с озерно-ледниковыми бассейнами, имеют абсолютные отметки от 20 м, что коррелируется с высотами по листу Р-36-XXIX. Согласно нашим данным, на территории листа Р-36-XXVIII имеется большее количество террасовидных поверхностей, чем указано в объяснительной записке (Р-36-XXVIII), из которых поверхность с высотой 13-14 м является флювиогляциальной, а не результатом ладожской трансгрессии.

Таким образом, в хронологии существования крупных приледниковых водоемов на территории востока Ленинградской области остается много нерешенных вопросов. Прямых геолого-геоморфологических данных об изменении уровней ОПО недостаточно, вследствие фрагментарного и слабого развития береговых образований Онежского озера. Возможность существования некоторых порогов стока (в Беломорскую котловину и на запад через реку Видлицу) является умозрительной и не имеет прямых геолого-геоморфологических доказательств. Близкие отметки позднеледниковых и голоценовых береговых линий, связанные с разными палеогидрологическими событиями, затрудняют их интерпретацию.

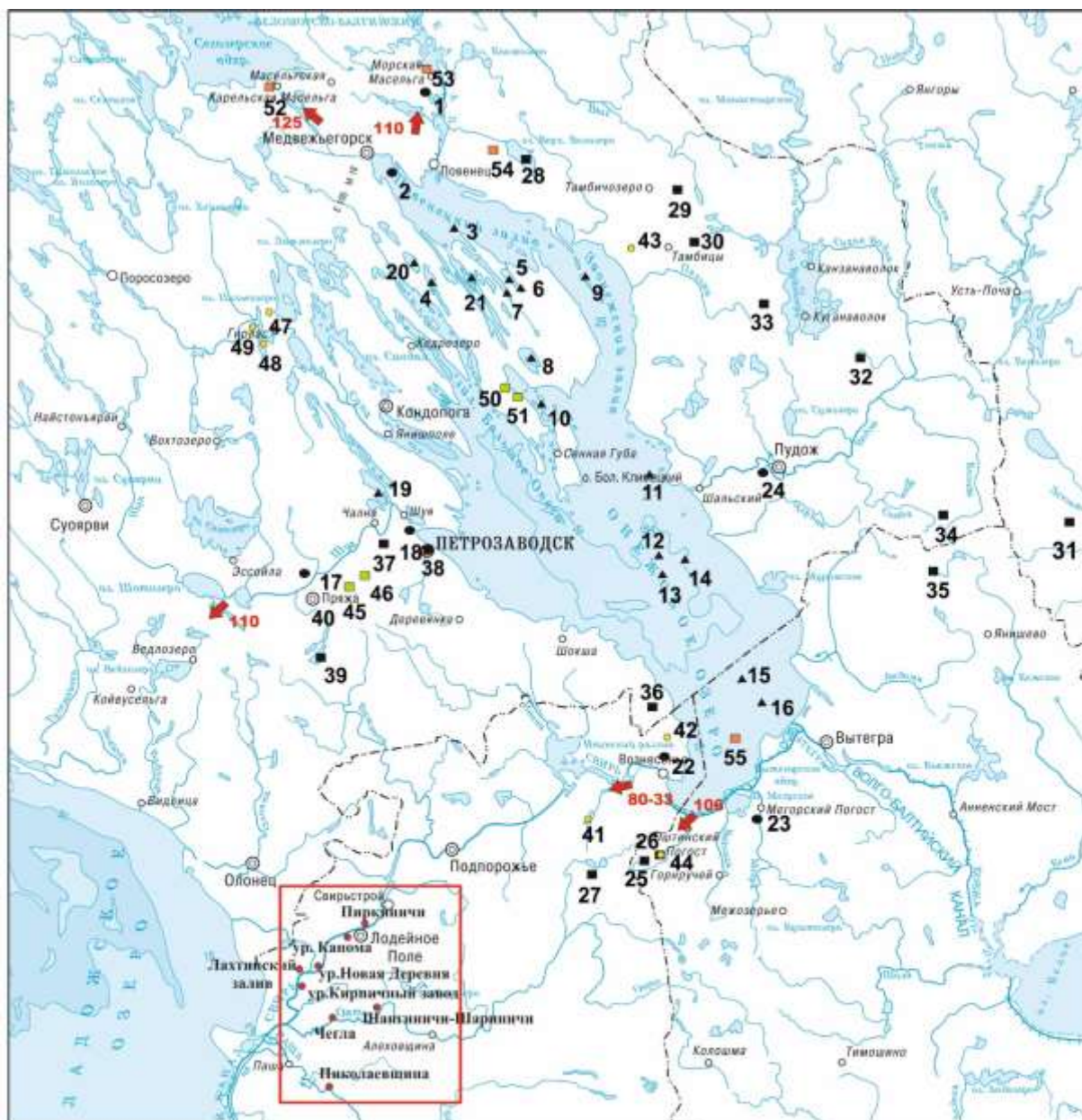


Рис.8 Карта фактического материала.

Точки наблюдений по:

- - Saarnisto et al., 1995, 2001;
- - Лавровой и др., 2006, 2015;
- - Шелеховой и др., 2004, 2005, 2006, 2007;
- - Демидову 2005;
- ➡ 100 - пороги стока и их абсолютные отметки (по Демидову, 2004);
- - Демидову, 2004;
- ▲ - Демидову, 2004 (разрезы, в которых был вскрыт «розовый горизонт»);
- - разрезы позднеледниковых и голоценовых отложений в среднем и нижнем течении реки Свирь, изученные автором;

Глава 3. Методика

Для интерпретации и обработки материалов использовались следующие методы:

Структурно-геологические и седиментологические методы позволяют при первичном полевом исследовании отложений расчленить разрез, установить границы толщ, получить данные о литологическом и гранулометрическом составе отложений, изучить их структурно-текстурные особенности. Изучаются взаимоотношения отдельных единиц разреза в латеральном и вертикальном направлении и определяются их геометрические формы. И в результате все это позволяет реконструировать условия осадконакопления.

Историко-геоморфологический метод заключается в анализе соотношения форм рельефа и коррелятных отложений. Так на исследуемом участке выделяется несколько террас, связанных с разновозрастными флювиогляциальными системами и озерно-ледниковыми бассейнами.

Радиоуглеродный метод. В отличие от обычного изотопа углерода ^{12}C , редкий изотоп ^{14}C радиоактивен с периодом полураспада $T_{1/2} = 5730$ лет. Каждую секунду образуются примерно два атома ^{14}C в каждом кубическом сантиметре верхних слоев атмосферы. Эти изотопы углерода вскоре соединяются с кислородом и в виде углекислого газа усваиваются растениями, а затем животными и человеком. В результате такого круговорота в органическом веществе всех растений и животных устанавливается равновесная концентрация изотопа ^{14}C , поддерживаемая за счёт постоянного обновления клеток. После смерти и погребения организма доступ ^{14}C в организм прекращается, и с этого момента углерод распадается со скоростью, определяемой периодом его полураспада (Геохронология СССР, 1973)

Проблема этого метода заключается в том, что количество радиоактивного углерода в атмосфере зависит от разных факторов, самыми существенными из которых считаются изменение геомагнитного поля земли и интенсивность космического излучения. Из-за этих факторов невозможно установить точное количество ^{14}C в обменном бассейне в определённый момент времени (и как следствие, в образце на момент его погребения). За счёт этого при определении возраста возникает погрешность, которая устраняется при помощи калибровки радиоуглеродного и календарного года, путем подсчёта древесных колец (дендрохронология), слойков (варвов) в ленточных глинах (варвохронология), а также годового прироста кораллов и отложений фораминифер в тёплых морях. В настоящее время калибровочные шкалы для радиоуглеродного анализа рассчитаны до 25 тыс. лет.

Несмотря на калибровку, остаются погрешности, полученные при сборе образцов и на измерительных приборах, поэтому невозможно установить точный возраст образца. Сам радиоуглеродный метод теоретически может применяться в интервале от 300 лет до 40-50 тыс. лет (Вагнер, 2006), однако на практике даты старше 30 тысяч лет считаются ненадёжными, поэтому их единичное использование «вряд ли можно считать корректным, поскольку любая такая дата может происходить из бесконечно древнего органического материала» (Астахов и др., 2007).

Палеоботанические методы

В работе использованы данные *спорово-пыльцевого анализа*. Данный анализ служит для биостратиграфического расчленения разреза и применяется для реконструкции растительного покрова и палеоландшафтов. Для этого в отложениях изучаются пыльцевые зерна и споры. Статистическая обработка результатов определения спор и пыльцы в геологических отложениях приводит к выявлению спорово-пыльцевых спектров (палиноспектров) и спорово-пыльцевых-комплексов (палинокомплексов (Рудая, 2010). Палиноспектры выделяются в единичной пробе, палинокомплексы – для отложений определенного стратиграфического интервала. Среди плюсов метода следует отметить широкое распространение и хорошую сохранность пыльцевых зерен в отложениях. Вследствие их большого количества в отложениях, результаты палинологического анализа могут быть подвергнуты статистической обработке (Рудая, 2010). Минусы метода: выборочная сохранность зерен, разная степень продуктивности у разных видов, плохая сохранность в некоторых генетических типах отложений (лессы, ледниковые отложения). Полученные данные часто отражают региональные закономерности развития растительности, нежели локальные из-за переноса пыльцы на значительные расстояния.

Палеокриологический метод заключается в изучении следов ископаемой мерзлоты, свидетельствующей о холодном климате. О наличии мерзлоты в прошлом можно сказать по наличию псевдоморфоз по повторно-жильному льду и ледяным клиньям и криотурбациям – деформациям отложений различной морфологии.

Глава 4. Опорные разрезы позднеледниковых отложений юго-восточного Приладожья

Последовательность ключевых палеогидрологических событий позднего плейстоцена восточной части Ленинградской области и, следовательно, формирования современной гидрографической сети, была обусловлена тремя основными факторами: положением края ледника, уровнем озерно-ледниковых бассейнов и открытием/закрытием порогов стока на различных высотных отметках из этих палеобассейнов. Возникновение стока из Онежского приледникового озера сперва по сквозной системе долин рек Ошта – Тукша – Оять, а затем по реке Свирь имеют одинаковый механизм: катастрофический прорыв воды через сравнительно узкие моренные гряды с последующим быстрым врезанием, чему способствовали рыхлый состав отложений и, видимо, наличие древних палеодолин, развитие которых началось еще в дочетвертичное время и продолжалось на протяжении почти всего плейстоцена. При этом формировались флювиогляциальные (аллювиальные) системы, оканчивающиеся в озерно-ледниковом палеобассейне на месте современного Ладожского озера. Эти палеобассейны имели различный уровень, контролировавший глубину эрозионного вреза флювиогляциальных (аллювиальных) систем, что позволяет предполагать наличие специфических общих черт, характерных секвенций позднеледниковых отложений, связанных с указанными палеогидрологическими событиями.

Такие секвенции были обнаружены и описаны нами совместно с М.В. Шитовым в ходе работ научно-исследовательской практики по четвертичной геологии Института наук о Земле СПбГУ в 2015–2016 гг. (см. рис. 9). Всего для реконструкции палеогидрологических событий позднеледниковья использовались данные по 9 опорным разрезам в обнажениях на берегах рек Оять, Паша и Свирь; 5 из этих разрезов были описаны при участии автора. Кроме того, отложения позднеледниковья были вскрыты бурением в разрезах донных отложений малых озер юго-западнее г. Лодейное Поле (Воробьева, 2017); эти данные также использовались в настоящей работе. Для обоснования возраста отложений в изученных опорных разрезах использовались результаты определения абсолютного возраста 10 образцов органических материалов, полученных М.В. Шитовым и А.А. Потаповичем в 2007–2015 гг. (таблица 1).

Схема корреляции опорных разрезов позднеледниковых отложений приведена на рисунке 10. Как видно на этом рисунке, для разрезов позднеледниковых отложений характерны последовательности отложений (секвенций), фиксирующих возникновение

флювиогляциальных (аллювиальных) систем и трансгрессивно-регрессивные фазы развития приледниковых озер. Как правило, у уреза воды обнажаются морена и гляциолимний последнего (осташковского) оледенения. Верхняя часть отложений осташковского гляциолимния содержат железистые роренштейны по обугленному растительному детриту и вертикально ориентированные углистые примазки по стеблям трав, что говорит о формировании глин в неглубоководных условиях. На них с размывов залегают флювиальные и озерно-ледниковые отложения, которые слагают «высокие» террасы с высотами от 13–20 м до 25 м и более. Текстуры озерно-ледниковых отложений закономерно изменяются снизу вверх по разрезу, фиксируют обмеление палеобассейнов, причем в верхней части разреза появляются следы сезонного промерзания и горизонты интенсивных криотурбаций, с которыми ассоциируют псевдоморфозы по повторно-жильным льдам и ледяным клиньям. Венчает разрезы пачка смешанного генезиса, образовавшаяся не водной среде, а в субэральных условиях.



Рис.9 Схема расположения опорных разрезов позднеледниковых отложений в низовьях р. Свирь, Оять и Паша

В разрезах устанавливаются следы существования двух разновозрастными флювиогляциальных систем стока из Онежского приледникового озера (ОПО) с переходом от потоковых (флювиогляциальных/аллювиальных) к озерно-ледниковым системам. Наблюдается следующая последовательность отложений: потоковая

(флювиогляциальная/аллювиальная) система – озерно-ледниковый бассейн – регрессирующий озерно-ледниковый бассейн – субэральная обстановка с распространением криогенных явлений.

Таблица 1. Результаты определения абсолютного возраста органических материалов из позднеледниковых отложений юго-восточного Приладожья*

Лаб. №	Место, глубина отбора, материал	¹⁴ C возраст, ВР
ЛУ-6986	оз. Глухое, гл. 6,80-7,10м, сапропель	8310±230
ЛУ-6983	оз. Цыганское, гл. 6,65-6,95, сапропель	9770±200
ЛУ-6987	оз. Пискарьское, гл. 9,15-9,30м, торф	9560±210
ЛУ-6988	оз. Рыбье, 10,15-10,02 м, торф	11460±330
ЛУ-7975	р. Оять, дер. Чегла, древесина	10500±250
ЛУ-5876	р. Оять, дер. Чегла, растительный детрит	10520±90
ЛУ-6400	р. Оять, дер. Чегла, растительный детрит	10590±130
ЛУ-5873	р. Свирь, ур. Кирпичный завод, растительный детрит	11810±100
ЛУ-5875	р. Паша, гумусированный прослой (погребенная почва?)	10790 ±80
ЛУ-7981	р. Паша, гумусированный прослой (погребенная почва?)	10990±100

*Предоставлены М.В. Шитовым

Рассмотрим теперь подробнее основные особенности геологического строения позднеледниковой толщи, выявленные в ходе изучения опорных разрезов.

Следы древнейшего палеогидрологического события – прорыва вод из ОПО в озерно-ледниковый палеобассейн (озеро Рамзая? по терминологии Д.Д. Квасова, 1975) по системе долин рек Ошта–Тукша–Оять фиксируются в разрезе на правом берегу р. Оять между деревнями Шангиничи и Шириничи, на 200-метровом участке берега, ограниченном точками с координатами 60°29'15,12" СШ 33°27'05,71" (северо-западная оконечность) и 60°29'10,92" СШ 33°27'14,15" (юго-восточная оконечность). Здесь в береговом обрыве высотой около 14,7 м вскрывается разрез террасовой поверхности, площадка которой имеет отметку около 25 м абсолютной высоты. К этой поверхности выше и ниже по течению прислонены узкие террасы с относительной высотой над урезом воды (9 м абс. высоты) около 4 м, то есть их площадка имеет отметки около 13 м абс. высоты. Вероятно, эта низкая терраса связана с ладожской трансгрессией.

СХЕМА КОРРЕЛЯЦИИ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЫЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ

Тыловой шов регионально распространенной озерно-ледниковой террасы на отметке 35 м абс. высоты

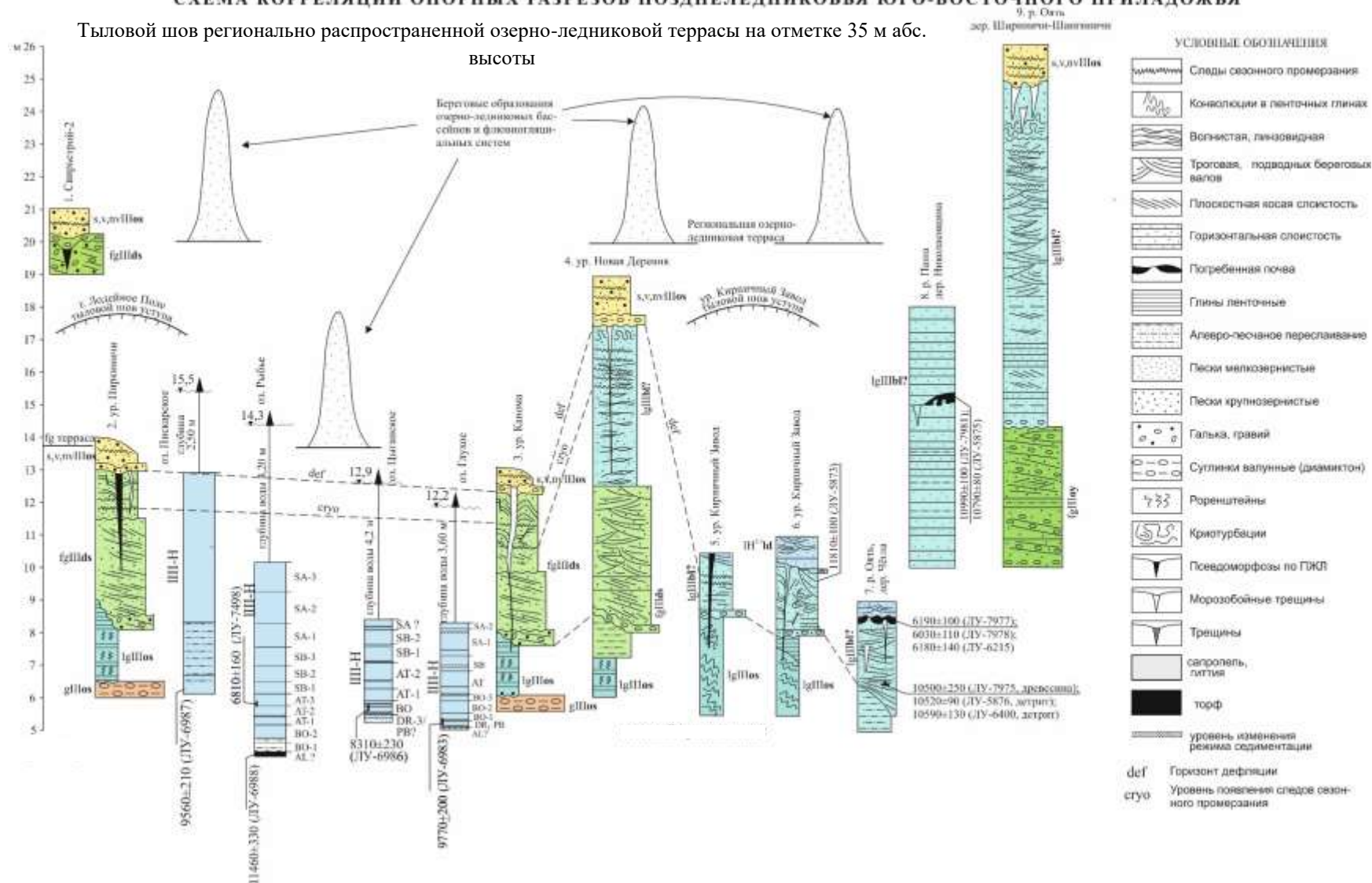


Рис. 10 Схема корреляции опорных разрезов позднеледниковых отложений юго-восточного Приладожья. Составили М.В. Шитов и А.С. Гладышева

В разрезе 25-метровой террасы от уреза воды (9 м абс. высоты) снизу вверх вскрываются (см. рис. 10):

1. Песок грубозернистый и гравий светло-коричневые с галькой магматических, метаморфических и осадочных пород. Гальки чаще всего хорошо окатаны с преимущественным размером 2–5 см по длинной оси (рис. 11). Они имеют весьма разнообразный состав, причем среди осадочных пород представлены гальки девонских песчаников с обломками щитков панцирных рыб и гальки карбоновых окремненных известняков с члениками криноидей. Пачка косослоистая. Косая слоистость преимущественно плоскостная параллельная однонаправленная с наклоном косых слоев в направлении современного течения р. Оять (в западных румбах) под углом около 5–7 градусов. Мощность косых серий до 0,5 м.

В верхней части пачки местами фиксируется существенно галечный прослой мощностью от 20 до 40 см, имеющий линзовидный характер за счет неровных верхней и нижней границ. В составе этого прослоя отмечены не только обычно встречающиеся в пачке 1 хорошо окатанные гальки магматических, метаморфических и осадочных пород, но и гальки состоящие из рыхлого органического вещества черного цвета, напоминающие очень хорошо разложившейся торф. Эти гальки уплощены и имеют размер по длинной оси до 5 – 7 см.

Общая мощность пачки 1 – около 4 – 5 м. Контакт с вышележащей пачкой 2 резкий по составу, волнистый со следами неглубокого размыва, который выражается в наличии галек, в том числе из органического вещества, из пачки 1 в базальном слое пачки 2.

Образование пачки 1 связано, вероятно, с прорывом вод Онежского приледникового озера по системе рек Ошта-Тукша-Оять и возникновением флювиогляциальной (аллювиальной) системы. Поэтому с некоторой условностью мы относим ее к оятским флювиогляциальным отложениям (fgШой).

2. Пачка представлена светло-серыми, иногда коричневатыми среднезернистыми горизонтально- и косослоистыми песками с прослоями бордовых тонко-песчанистых алевроитов мощностью 10 – 15 см. Один из таких прослоев мощностью около 12 см залегает в основании пачки и содержит переотложенную гальку из существенного галечного прослоя в кровле пачки 1. Алевроитовые прослои, как правило, не выдержаны по простиранию и находятся на разных уровнях. Исключение составляет выдержанный по простиранию прослой алевроитового материала в кровле пачки, который вовлечен в разнообразные деформации, прослеживающийся вдоль всего обнажения. Всего пачка содержит 4 – 5 таких прослоев, преимущественно в нижней половине разреза.

Пески в нижней части разреза пачки 2 преимущественно горизонтально-слоистые, реже характеризуются плоскостной параллельной слойчатостью с наклоном слойков в направлениях западных румбов, то есть по направлению современного течения реки Оять. Наклон косых слойков чаще всего пологий – до 7 градусов, мощность косых серий от первых сантиметров до 10 – 15 см.

Верхняя часть пачки характеризуется появлением косой слоистости трогового типа с весьма пологим наклоном косых слойков и мощностью косых серий от 0,2 до 0,4 м и различными видами ряби (рис.12).

В кровле пачки, ее верхние 2–3 м от кровли содержат следы сезонного промерзания в виде ожелезненных песчаных прослоев, секущих и маскирующих слоистость. Следы сезонного промерзания сменяются в верхних 1,5 метрах горизонтом интенсивных криотурбаций различной морфологии, в том числе с развитием конволюций (рис.13), морозобойных трещин и псевдоморфоз по ледяным клиньям, которые развиты и в подошве пачки 3 (рис.14). Вертикальная протяженность морозобойных трещин и клиньев не превышает, как правило, 1,0 м. Фиксируется несколько этапов формирования криотурбаций, которые устанавливаются по взаимоотношениям деформаций различных генераций.

Общая мощность пачки 2 – около 7–8 м. Контакт с вышележащей пачкой 3 резкий по составу и цвету. Характер верхнего контакта пачки несколько затушеван криотурбациями, местами можно отметить волнистый, слегка размытый характер контакта.

Судя по закономерному изменению текстур снизу вверх по разрезу этой пачки, в кровле которой появляются следы сезонного промерзания и распространены разнообразные криотурбации, образование пачки № 2 происходило в регрессирующем озерно-ледниковом бассейне. Поскольку отложения пачки № 2 слагают 25-метровую озерно-ледниковую террасу, ее образование следует связывать с приледниковым бассейном относительно высокого уровня, вероятно, с озером Рамзая на финальной или с Балтийским ледниковым озером на самых ранних стадиях его развития, к которым мы предварительно их и относим (lgIIIb1).

3. Песок желтый тонкозернистый алевроитистый обычно мощностью 0,6–0,8 м, реже до 1,0 – 1,5 м. В нижних 20 – 40 см неяснослоистый. Слоистость маскируется следами сезонного промерзания. Верхняя половина пачки неслоистая. Затеки из пачки заполняют устья мерзлотных клиньев в пачке 2. Пачка №3 не несет явных признаков водноосадочных текстур и имеет, видимо, смешанный генезис – солифлюкционный, эоловый, нивейно-эоловый (s,v,nvIIIos); ее образование фиксирует установление

субэральных обстановок осадконакопления на отметках выше 23 м абс. высоты в криоаридных условиях.



Рис. 11 Грубозернистая пачка в основании разреза дер. Шангиничи-Шириничи



Рис. 12 Косослоистые серии и алевритовый прослой без явных признаков слоистости в пачке №2

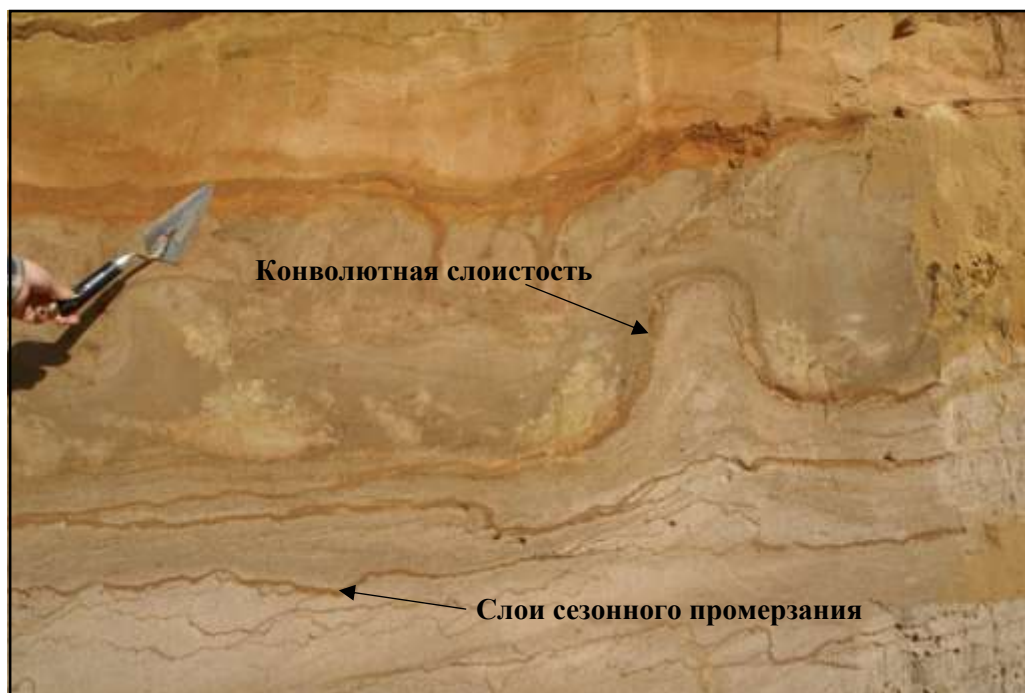


Рис. 13 Смена ожелезненных слоев сезонного промерзания, горизонтом интенсивных криотурбаций с развитием конволюций



Рис.14 Криотурбированный слой в верхней части пачки №2

Открытие стока из Онежского приледникового озера по реке Свирь фиксируется в ряде разрезов среднего течения в районе г. Лодейное Поле, где с этим событием связано образование террасы с площадкой на отметке 13 – 14 м абс. высоты, разрез которой сложен грубыми косослоистыми песками.

На правом берегу р. Свирь в 4 км выше по течению от города Лодейное поле в урочище *Пиркиничи* и на левом берегу р. Свирь вблизи очистных сооружений у города Лодейное поле (ур. *Каномы*) вскрываются разрезы указанной террасы (см. рис. 10). Для обоих разрезов характерно 3-членное строение.

В нижней части этих разрезов (пачка №1), залегают озерно-ледниковые отложения, представленные тонко- и микрослоистыми ленточными глинами коричневого, шоколадного, иногда серых цветов (*lgIIIos*). Их мощность составляет около 2 метров; в кровле отмечаются следы глубокого размыва.

Средняя часть разреза представлена ритмичным переслаиванием грубозернистых косослоистых светло-жёлтых песков с гравием и галькой с песками мелкозернистыми алевитистыми коричневыми. Мощность косых серий составляет до 0,4 м; наклон косых слоев весьма постоянный – в направлениях западных румбов, то есть по направлению современного течения р. Свирь. Верхняя часть пачки характеризуется не только косой, но и горизонтальной слоистостью, которые ближе к кровле становятся неясными, почти не различимыми, а сама пачка постепенно переходит в пачку 3. В верхней части пачки № 2 встречаются хорошо окатанные валуны размером до 0,3 на 0,2 на 0,15 м и крупные гальки. Их появление в относительно мелкозернистых и, часто, горизонтально слоистых отложениях следует, видимо, связывать с разносом льдом при паводках, когда крупные льдины застревали на мелководье. В кровле пачки № 3 широко распространены криотурбации различной морфологии – следы сезонного промерзания в виде ожелезненных слоев, конволюции и псевдоморфозы по ледяным клиньям (рис.15) вертикальной протяженностью до 4,5 м. Такая существенная протяженность псевдоморфоз по ледяным клиньям и повторно-жильным льдам свидетельствует об установлении крайне холодных климатических условий и снижении уровня приледникового бассейна ниже отметок 13 – 14 м абс. высоты. Общая мощность пачки № 3 около 5 м. Характерные структурно-текстурные особенности отложений пачки № 2 указывают на ее отложение в потоковых условиях, причем направление этого потока совпадало с современным направлением течения р. Свирь. Появление в верхней части пачки следов сезонного промерзания и горизонтальной слоистости свидетельствует об обмелении палеобассейна и снижении подвижности среды осадконакопления. Учитывая, что данные отложения образуют хорошо выраженную террасу с отметками площадки 13 – 14 м абс. высоты, их очевидно, следует относить к флювиогляциальным отложениям, связанными с прорывом р. Свирь (*fgIII dv* – древнесвирский флювиогляциал) и формированием долинного зандра. Эти отложения следует относить типичным фациям зандра, которые, как мы увидим в дальнейшем, ниже по течению

сменяются дельтовыми фациями, связанными с озерно-ледниковым бассейном. Приведенная генетическая интерпретация не вполне корректна с формальной точки зрения. Древнесвирская флювиальная система уже не имела прямой связи с ледником, и поэтому, возможно, отложения пачки № 2, следует относить к аллювию. Именно так интерпретировал эти отложения К.К. Марков, который писал, что «...в позднеледниковое время наиболее пониженная часть района была занята приледниковым озером; в него с востока вдавалась мощная дельта древней р. Свирь...» (Марков, 1949, с. 218).



Рис. 15 Псевдоморфоза по повторно-жильному льду со ступенчатыми взбросами в верхней части косослоистой пачки (ур. Канома)

Вышележащая пачка № 3 представлена несортированным материалом – песком пылеватым (супесью) светло-зеленовато-серым с зернами крупного песка, гравия и мелкой гальки (щебня), неслоистый или местами неясно-слоистый. Мощность пачки – до 1 м. Отсутствие водноосадочных текстур и плохая сортировка позволяют утверждать, что пачка образовывалась в криоаридных условиях и имеет смешанный генезис – солифлюксионный, эоловый, нивейно-эоловый (s.v.nvIIIos).

Ниже по течению р. Свирь наблюдается закономерная смена типичных фаций пра-Свирского зандрового потока на дистальные аналоги.

Разрез в районе ур. *Новая деревня* (60.650278 N, 33.454722 E) расположен на правом берегу р. Свири, примерно на 500 м юго-западнее от о-ва Конев (см. рис. 10). В

береговом обрыве относительной высотой около 14 м расчистками была вскрыта толща позднеледниковых отложений.

Нижняя часть разреза, расположенная у уреза воды, сложена микрослоистыми ленточноподобными глинами (lgIIIos). Их мощность составляет около 2 метров. На них с размывом, выраженном в горизонте с гальками, залегают мелкозернистые светло-желтые пески, которые характеризуются косой, в том числе троговой косой слоистостью, в нижней части и преимущественно горизонтальной в верхней части. Нижняя часть этих песков является дистальными аналогом косослоистого древнесвирского аллювия выше по течению (fgIII_{ds}), а верхняя сформирована уже в приледниковом водоеме (lgIII_{bl}) Изменение характера слоистости по вертикали свидетельствует об увеличении глубины и, вероятно, падении скоростей потока. К верхней части песчаной пачки приурочен горизонт сезонного промерзания, состоящий из ожелезненных волнистых выдержанных по простиранию слоев, который в верхних 0,4 м сменяется горизонтом интенсивных криотурбаций (рис.16), из которого берут начало трещины по ледяным клиньям.



Рис. 16 Горизонт криотурбаций в верхней части пачки №2

В верхней части разреза находится пылеватая пачка, сложенная мелкозернистыми песками (s,v,nvIIIos), являющаяся, по-видимому, аналогом верхней пачки в разрезах ур. Пиркиничи, Каннома и Шангиничи-Шириничи.

В ур. *Кирпичный завод* на левом берегу реки Свирь в 8 км ниже по течению от деревни Заостровье в обнажениях вдоль берега Свири вскрывается разрез регионально

распространенной террасы с абсолютными отметками бровки 11 м. Терраса имеет более низкие отметки, чем описанные выше, и связана уже с более поздним палеогидрологическим событием (см. рис. 10).

Разрез поздне- и послеледниковых отложений здесь характеризуется 3-членным строением. В основании разреза залегают (пачка №1, см. рис. 10) ритмично-слоистые серые и шоколадно-коричневые ленточные глины (lgIIIos) с весьма изменчивой из-за размыва кровли мощностью, которая изменяется 0 до 2,5 м. В них часто фиксируются сильные деформации с конволютной хаотической складчатостью и брекчированием.

Выше с размывом залегает пачка № 2 (lgIIIbl), представленная песками мелкозернистыми с алевритовыми прослоями, которые подчеркивают тонкую волнистую слоистость. Местами слоистость линзовидная. В пачке наблюдаются различные деформационные текстуры: псевдонодули, трещины, ступенчатые разрывные нарушения. С этими деформационными текстурами находятся часто ассоциируют гомогениты, то есть породы, утратившие первичные осадочные текстуры. Мощность пачки изменчива вследствие размыва кровли и составляет 1,0–1,5 м. Перекрывается вторая бассейновая пачка отложениями ладожской трансгрессии (IH²⁻³ Id), которые и образуют регионально распространенную террасу.

В рельефе этого района уже не наблюдаются терраса с отметками площадки 13–14 м, а в разрезе – косослоистые серии древнесви́рского аллювия: они замещаются по латерали озерно-ледниковыми отложениями. Таким образом, можно установить границы распространения приледникового водоема, в который впадал долинный за́ндр пра-Сви́ри.

Регрессивное развитие озерно-ледникового бассейна в юго-восточной части Ленинградской (Балтийского ледникового озера?) и его снижение сначала до отметок 16 м, а потом и более низких отметок фиксируется в разрезах на р. Паше и Оять (см. рис. 10).

Разрез на р. Паша расположен на её правом берегу в деревне Николаевщина (60°18,662' N, 33°13,169' E). В береговом обрыве на высоте 9 м над урезом воды в расчистках вскрыт разрез верхней части толщи, слагающей 18–20-метровую террасовую поверхность. Этот разрез сложен хорошо сортированными песками мелкозернистыми светло-желтыми горизонтально-слоистыми, отложение которых происходило в Балтийском ледниковом озере (lgIIIbl). В верхней части разреза на абсолютных высотах около 15 – 16 эти пески вовлечены в конволютные складки амплитудой до 20 см, часто гомогенизированы и образуют пластические интрузии в вышележащий, также перемятый прослой гумусированных песков мощностью от 3 до 15 см, в которых иногда

отмечаются реликты слоистости (рис.17). Генезис этого гумусированного прослоя остается неясным: скорее всего, это пойменная почва, хотя такому предположению несколько противоречит наблюдаемая слоистость (гиттия?). По органическому веществу из этого прослоя в 2007 и в 2015 годах были получены датировки 10790 ± 80 (ЛУ-5875) и 10990 ± 100 (ЛУ-7981). Из этого прослоя С.С. Поповой (БИН РАН) были определены макроспоры *Selaginella* cf. *selaginoides* и *Selaginella Helvetica*, а Л.А. Савельевой – ископаемые споры и пыльца, в составе которых доминирует пыльца травянистых растений, среди которой абсолютное господство принадлежит осоковым, затем злаковым и полыням, а также маревым; присутствует пыльца эфедры. В группе пыльцы древесных и кустарниковых пород господствует пыльца карликовой березки, присутствует пыльца ивы, древовидной березы, сосны, единичные зерна ели. В группе споровых растений преобладают споры плаунка плауновидного и бриевых мхов. Состав макроостатков и спорово-пыльцевых спектров из этого прослоя указывает на перигляциальные условия с распространением тундровой растительности на заболоченной пойме. Учитывая радиоуглеродные датировки 10,8 – 11,0 тыс.л.н., развитие пойменной почвы в разрезе Николаевщина следует относить к рубежу аллереда и позднего дриаса или к самому началу позднего дриаса.

Перекрывается гумусированный прослой мелкозернистыми горизонтально слоистыми песками мощностью 2–3 м.

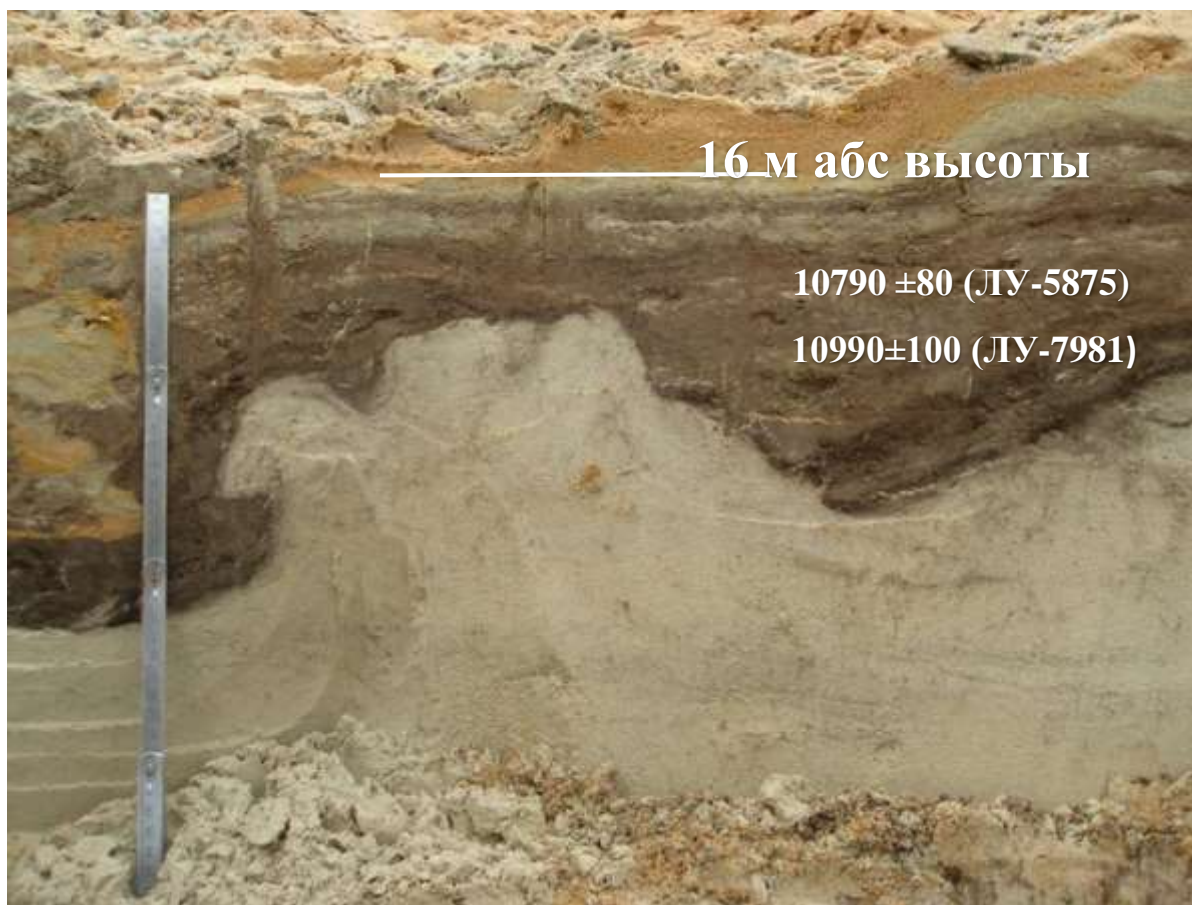


Рис. 17 Гумусированный прослой (аллювиальная почва?) в верхней части разреза на р. Паша в д. Николаевщина

Снижение уровня Балтийского приледникового озера ниже 13-14 м фиксируется по заложению котловин малых озер на площадке террасы, имеющей отметки около 14 м в районе г. Лодейное Поле, на рубеже аллерёда-позднего дриаса. Бурение 4 малых озер было произведено в 2013-2014 гг. под руководством М.В. Шитова и А.А. Потаповича. Разрезы озер Рыбьего, Пискарского начинаются с торфов, выше сменяющихся супесями, озера Цыганского и Глухого – с супесей. Озерное осадконакопление и обводнение котловин, судя по данным спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродным датировкам, произошло уже в голоцене (Воробьева и др., 2017).

Дальнейшая регрессия Балтийского приледникового озера устанавливается в разрезе р. Оять, на её левом берегу в деревне Чегла. В обрыве высотой около 4,5 – 5 м над урезом воды вскрывается разрез позднеледниковых и голоценовых отложений.

Этот разрез характеризуется 4-членным строением. В основании залегает пачка (lgIIIb1), представленная коричневато-серым алевро-песчаным переслаиванием с горизонтальной, волнистой, реже мелкой косой слоистостью. Слоистость в этой пачке часто бывает нарушенной. Видимая мощность пачки от 0,2 до 1,2 м.

Выше залегает пачка (lgIIIb1) с средне- и реже, крупнозернистых песков как правило светло-серых или коричневатых с разнонаправленной мульдообразной косой слоистостью мощностью до 2,5 м. Пачка, вероятно, представлена отложениями подводных береговых валов. По древесине и мелкому растительному детриту из этих отложений (рис.18) получены три радиоуглеродных датировки: 10500 ± 250 (ЛУ-7975, древесина), 10520 ± 90 (ЛУ-5876, растительный детрит) и 10590 ± 130 (ЛУ-6400, растительный детрит). Отложение мелкого растительного детрита происходило в межвальных понижениях, поэтому указанные даты фиксируют регрессивную фазу развития Балтийского ледникового озера.

Выше по разрезу залегают зеленовато-серые алевриты (пачка №3) с разнообразными интенсивными деформациями (псевдонодули, пластические интрузии, следы нагрузки), из-за которых их мощность изменяется от 0 до 0,4 м. Эта пачка непрерывно прослеживается на протяжении всего 500-метрового обнажения. В кровле алевритовой пачки развиты древние почвы, погребенные под песками ладожской трансгрессии (IH²⁻³Id) мощностью до 0,5 м, которые венчают разрез.



Рис. 18 Позднеледниковые отложения на р. Оять

Глава 5. Ключевые события геологической истории позднеледникового: палеогидрология и изменения условий природной среды

В ходе дегляциации территории юго-восточного Приладожья происходили быстрые и весьма значительные изменения условий природной среды. При этом возникали обширные приледниковые бассейны, абразионная и аккумулятивная деятельность которых в значительной мере изменили ледниковый аккумулятивный рельеф и определили характер современного рельефа.

Развитие крупнейших современных речных систем востока Ленинградской области, протекающих в субширотном направлении, неразрывно связано с открытием порогов стока из Онежского приледникового озера (ОПО) в палеобассейны на месте современного Ладожского озера (озеро Рамзая и Балтийское ледниковое озеро). В условиях сложной комбинации гляциодинамических и гляциоизостатических факторов Онежское приледниковое озеро получало сток в различных направлениях; в зависимости от высотных отметок порогов стока изменялся и уровень ОПО.

В изученных нами разрезах можно выделить следы двух палеогидрологических событий, связанных с Онежско-Ладожским соединением в позднеледниковье. Хронологически первое из них фиксируется в разрезе Шангиничи-Шириничи, где в основании разреза залегает косослоистая пачка – результат прорыва вод из Онежского приледникового озера по системе рек Ошта-Тукша-Оять. В наблюдаемых отложениях, вероятно, фиксируются финальные стадии существования долинного зандра.

Озерно-ледниковые отложения, с размывом залегающие на древнеоятском аллювии, фиксируют трансгрессивную фазу развития приледникового озера, уровень которого, судя по отметкам тылового шва террасы, выраженной в юго-восточном Приладожье, достигал 35-40 м. В результате образуется самая высокая террасовая поверхность на изучаемом участке с отметками тылового шва около 35 м.

Террасовая поверхность на абсолютных отметках около 20 м выражена в районе г. Лодейное Поле и ниже по течению до ур. Кирпичный завод. Отложения данной террасы вскрыты в разрезах в ур. Новая Деревня на Свири, в районе д. Николаевщина на р. Паша и дер. Шангиничи-Шириничи на р. Оять. Отложения представлены песками с различными видами ряби и характерны для неглубоководных фаций (береговых валов). В изученных разрезах фиксируется регрессивная последовательность развития палеобассейна. Первые свидетельства регрессивной фазы развития озерно-ледникового бассейна устанавливаются по появлению троговой косой слойчатости подводных

береговых валов и следов сезонного промерзания в разрезе Шангиничи-Шириничи на р. Оять на высотах около 23 м. Выше по разрезу там распространены уже не бассейновые, а субэральные образования в которых широко распространены следы мерзлотных явлений.

В регрессировавший бассейн с уровнем около 20 м произошел прорыв ОПО по долине р. Свирь с образованием долинного зандра. Отложения древнесвирского аллювия – это косослоистые серии, слагающие в районе г. Лодейное Поле 13-20 метровую террасу. Место впадения флювиогляциального потока в Балтийское приледниковое озеро находилось несколько ниже по течению, где фиксируется латеральный переход от русловых фаций к фациям прирусловых отмелей, которые сменяются озерно-ледниковыми отложениями. Продолжающаяся регрессия и установление уровня воды ниже 13-14 м отразилось в формировании криогенных текстур в верхней части разреза 13-14-метровой террасы. Их большая вертикальная протяженность (до 4,5 м) указывает на то, что их образование происходило уже в субэральных условиях, после осушения террасы долинного зандра. Наличие криогенных текстур различной морфологии, в том числе криотурбаций, конволюций и псевдоморфоз по ледяным клиньям и повторно-жильным льдам – характерная особенность всех позднеледниковых отложений на изучаемой территории.

В дальнейшем в продолжающихся суровых субэральных криоаридных условиях позднеледниковья до голоцена образовывалась пачка, венчающая почти все позднеледниковые разрезы изучаемой территории. В ней отсутствуют следы водноосадочных текстур, материал преимущественно алевро-песчаного состава, напоминающий лессовидные суглинки. Отложения часто несортированы: в алевритово-песчаных отложениях встречаются следы гравия. Фиксируются горизонты дефляции, состоящие из крупной гальки и мелкого гравия кристаллических пород. Верхняя пачка заполняет понижения в верхней части трещин по ледяным клиньям. Это говорит о том, что верхняя пачка была образована спустя не очень продолжительное время после заложения трещин, когда последние еще были выражены в рельефе. Таким образом, *разрезы позднеледниковья, связанные с разновозрастными флювиогляциальными системами стока из Онежского приледникового озера (ОПО) и озерно-ледниковыми бассейнами характеризуются схожими секвенциями, фиксирующими закономерные изменения условий седиментации в следующей последовательности: флювиальная система – озерно-ледниковый бассейн – регрессирующий озерно-ледниковый бассейн – субэральная обстановка с распространением криогенных явлений.* Этот вывод является первым защищаемым положением настоящей диссертационной работы.

Характерные последовательности позднеледниковых отложений и их связь с рельефом позволяют установить хронологию трансгрессивно-регрессивных фаз развития озерно-ледниковых бассейнов и открытия стока из ОПО по разновозрастными флювиогляциальными системами на территории юго-восточного Приладожья.

Время открытия стока по р. Свирь в позднеледниковье устанавливается по ряду косвенных и прямых данных. Косвенные данные получены при реконструкции уровня Онежского приледникового озера в связи с открытием различных порогов стока. Открытие стока по р. Свирь устанавливается по времени изоляции озер Пертозеро и Горнозеро от ОПО (Демидов, 2004) при этом уровень ОПО снизился с 106 до 80 м. По данным И.Н. Демидова (2004, 2005, 2006) и М. Saarnisto et al. (2001) возраст данного палеогидрологического события около 12 300 л.н. Выраженные террасы на южном побережье Онежского озера с отметками 80 и 60 м (Демидов, 2004) и береговые линии от 81 до 37 м в верхнем течении р. Свирь (Демидов, 2004) связаны с открытием стока по Свири и постепенным снижением уровня ОПО в связи с глубинной эрозией и постепенной выработкой речной долины.

Прямые данные получены нами при изучении позднеледниковых отложений в среднем и нижнем течении р. Свирь. В среднем течении р. Свирь в районе г. Лодейное Поле в рельефе выражена терраса с высотой около 13 – 18 м абс. высоты, сложенная грубозернистыми косослоистыми песками. Данные отложения соответствуют русловым фациям долинного зандра, которые ниже по течению сменяются фациями прирусловых валов, отмелей и переходят в дельтовые горизонтально слоистые отложения.

Закономерная смена фаций в латеральном направлении указывает на то, что на изучаемом участке существовала дельта, впадающая в озерно-ледниковый бассейн. Идея о существовании «...дельты ледникового потока, устремлявшегося на запад, в направлении р. Свирь и впадавшего в ледниковое озеро» была высказана еще К.К. Марковым (1949). Судя по датировке из ур. Кирпичный завод - 11,8 тыс. радиоуглеродных лет, прорыв по р. Свирь произошел в аллерёде или несколько ранее.

На рубеже аллерёда и позднего дриаса уровень Балтийского ледникового озера в юго-восточном Приладожье не превышали 20 м абс. высоты. Это подтверждается развитием пойменных отложений с мелкими криотрубациями в озерно-ледниковых отложениях на р. Паша на отметках около 15 – 16 м абс. высоты. Датировки, полученные из пойменных органогенных отложений, приходятся на рубеж аллерёда-позднего дриаса (11,0–10,9 тыс. радиоуглеродных л.н.). Вывод о аллерёдском (аллерёд-поздний дриас) возрасте органогенных отложений на р. Паша подтверждается данными спорово-пыльцевого анализа. Спорово-пыльцевые спектры свидетельствуют о холодных и сухих

условиях позднеледникового, благоприятные для развития тундровой растительности (аналитик Савельева Л.А.). Установление холодных и сухих условий подтверждается присутствием в отложениях макроспор *Selaginella cf. selaginoides* и *Selaginella Helvetica* (аналитик С.С. Попова – БИН РАН).

Открытие стока по р. Свирь произошло уже в регрессировавший бассейн Балтийского ледникового озера, отметки которого достигали около 20 м. При достижении приледникового бассейна указанных высотных отметок произошел прорыв Свири из Онежского приледникового озера и формирование террасовой поверхности в районе г. Лодейное Поле на 13 – 18 м абс. высоты. Эта поверхность сложена косослоистыми песками, которые вскрываются в г. Свирьстрой, ур. Пиркиничи и Каномы. В наших разрезах устанавливается фациальное замещение по латерали более крупнозернистого материала русловых фаций (Свирьстрой, ур. Пиркиничи, Каномы) тонкозернистым, соответствующим уже не флювиальным, а бассейновым отложениям (ур. Кирпичный завод). В районе г. Лодейное Поле на площадке террасы фиксируется береговой вал.

При снижении уровня воды ниже 13-18 метров, на площадке террасы, связанной с свирским долинным заандром происходит заложение котловин малых озер Глухое, Цыганское, Рыбье и Пискарьское. В основании колонок донных отложений из озер Глухое и Цыганское находятся отложения с аллёрдскими спорово-пыльцевыми спектрами. Из базального слоя сапропелей озера Рыбье в основании колонки донных отложений получена датировка 11460 ± 330 л. н. (ЛУ-6988). То есть, заложение котловин малых озер на площадке этой террасы произошло еще в аллереде.

Согласно геофизическим данным, морфология котловины и характер подиловой поверхности свидетельствуют о том, что котловина озера является реликтом одного из русел пра-Свирского заандрового потока (Павловская и др., 2017). Озера Глухое и Цыганское имеют гляциокарстовое происхождение (Павловская и др., 2017). Таким образом, котловины малых озер на площадке 13-18 метровой террасы были заложены еще в аллёрде при её осушении. Озера Глухое и Цыганское имеют гляциокарстовое происхождение (Павловская и др., 2017). Но различное происхождение озер не противоречит факту заложения котловин озер в одном временном диапазоне.

Совокупность прямых и косвенных геолого-геоморфологических данных позволяют установить, что *прорыв р. Свирь и формирование долинного заандра, отложения которого – косослоистые грубозернистые пески – слагают в районе г. Лодейное Поле 13–14-метровую флювиогляциальную террасу, произошел в аллереде.*

Этот вывод является вторым защищаемым положением настоящей диссертационной работы.

Дальнейшая регрессия бассейна ниже отметок 13-14 метров фиксируется по появлению криотурбаций в верхней части грубопесчаных косослоистых древнесвирских отложений в разрезах Пиркиничи, Канома, Новая деревня и Кирпичный Завод (см. рис. 10). Среди этих криотурбаций различной морфологии необходимо отметить псевдоморфозы по ледяным клиньям и повторно-жильным льдам. Они образуют полигональную в плане сеть с расстоянием между клиньями около 10 м. Эти клинья, судя по их морфологии, были эпигенетическими и могли образоваться только после осушения поверхности 13 – 14-метровой террасы долинного ландшафта в условиях очень сильного похолодания, так как их вертикальная протяженность (до 4–5 м) близка к максимальной для эпигенетических морозобойных трещин. Кроме того, надежным индикатором установления субэкранных криоаридных обстановок осадконакопления на поверхности 13–14-метровой террасы является широкое распространение криогенной толщи мощностью до 1,5 м, перекрывающей бассейновые древнесвирские отложения прасвири. Эта толща имеет смешанный генезис; в ее формировании принимали участие солифлюксионные, эоловые и нивейно-эоловые процессы.

Таким образом, учитывая геохронологические, палеогеокриологические и стратиграфические данные, можно сделать вывод о том, что *начиная уже с позднего дриаса уровень приледникового бассейна в юго-восточном Приладожье не превышал 13–14 м абс. высоты*. Этот вывод является третьим защищаемым положением настоящей диссертационной работы.

В изученных нами разрезах фиксируется двукратное открытие стока из ОПО, происходившее в позднеледниковье по долинам рек Ошта-Тукша-Оять, а затем, по р. Свирь, что согласуется с данными И.Н. Демидова. На р. Свирь существует свидетельство только одного, аллерёдского, прорыва. Никаких геологических свидетельств второго – позднедриасового по И.Н. Демидову – прорыва не наблюдается.

Снижение уровня воды Балтийского ледникового озера ниже отметок 13–14 м произошло в позднем дриаса, что фиксируется в регрессивной последовательности отложений с развитием криотектур в верхней части разреза.

После снижения уровня палеобассейна до голоцена господствовали суровые криоаридные условия, в которых формировалась верхняя субэкральная толща отложений.

Заключение

В результате проведенных исследований выявлено, что строение четвертичных отложений и рельеф юго-восточного Приладожья имеет ряд характерных особенностей, связанных с открытием порогов стока из ОПО и развитием приледниковых бассейнов на территории.

Хронология последовательного открытия порогов стока сначала по системе рек Ошта-Тушка-Оять, а потом по р. Свирь подтверждаются фактическими геолого-геоморфологическими данными, полученными на территории юго-восточного Приладожья.

Установлено, что открытие стока по р. Свирь с формированием долинного ландшафта произошло в аллерёде. Вероятно, р. Свирь существует непрерывно уже с аллерёда. Вслед за открытием порога стока по р. Свирь, в позднем дриасе, происходит регрессия Балтийского приледникового озера ниже отметок 13-14 м.

Остается не до конца решенным вопрос о времени формирования свирского и оятского палеокриоконгломератов на территории, каждый из которых обладает своими особенностями.

Остается дискуссионным вопрос о соотношении береговых линий и отложений Балтийского приледникового озера и локальных приледниковых бассейнов. Являются ли ленточноподобные озерно-ледниковые отложения, обнажающиеся у уреза воды результатом деятельности местных приледниковых бассейнов или совместно с отложениями, слагающими террасу до 35-40 м, они принадлежали к одному крупному палеобассейну – Балтийскому приледниковому озеру, испытывавшего в позднеледниковые значительные изменения уровня?

Список использованной литературы:

1. Астахов В.И., Мангеруд Я., Свенсен Й.И. Трансуральская корреляция верхнего плейстоцена севера // Региональная геология и металлогения, 2007. № 30-31, с.190-206.
2. Вагнер Г.А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории, Техносфера, Москва 2006 г., 534 с.
3. Воробьева А. В., Гладышева А. С., Потапович А. А., Рюмин А. Г. Палеолимнология малых озер в среднем течении р. Свирь: новые данные о развитии природной среды в позднеледниковье – голоцене// Тез. докл. V международной конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, 2017 г., с. 31-34
4. Геология СССР. Том 1. Ленинградская, Псковская и Новгородская области, под ред. Кофмана В.С., Селивановой В.А, Недра, Москва, 1971 г., 504 с
5. Геохронология СССР под ред. Зубакова В.А. Л. : Недра, 1973, т.III 1974, с. 14–20
6. Государственная геологическая карта четвертичных образований Российской Федерации масштаба 1:1000000 Р-(35)-37, авторы А.В. Максимов, М.Ю. Ногина ФГУП «ВСГЕИ», 2015
7. Демидов И.Н. Донные отложения и колебания уровня Онежского озера в позднеледниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.7. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004 С.207-218.
8. Демидов И.Н. Деградация поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии Вып. 8. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005 г. с. 134-142
9. Демидов И.Н. О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 9. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006г. С. 171-178
10. Земляков Б.Ф Четвертичная геология Карелии. Петрозаводск, 1936, 103 с.
11. Исаченко А.Г, Дашкевич З.В., Карнаухова Е.В Физико-географическое районирование Северо-запада СССР, Изд-во ЛГУ, 1965. 248 с
12. Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Наука, Л., 1975, 278 с.
13. Лаврова Н.Б. Палинологическая характеристика донных отложений Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.7. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004 С.219-225. 2004

14. Лаврова Н. Б. Некоторые особенности состава спорово-пыльцевых спектров позднеледниковых отложений Олонецкого плато // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.9. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006 С.183-188
15. Марков К.К, Порецкий В.С, Шляпина Е.В О колебаниях уровня Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время // Труды комиссии по изучению Четвертичного периода, т.4, вып. 1, 1934
16. Марков К.К Послеледниковая история юго-восточного побережья Ладожского озера // Вопросы географии. Выпуск 12. 1949. С. 213-220 с.
17. Нестерова Л.А Формирование и эволюция ландшафтов Восточной части Ленинградской области: автореферат на соискание ученой степени географических наук (25.00.25), Санкт-Петербург, 2004 г., 153 с
18. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации масштаба 1:1000000 (новое поколение) Р-(35)-37-Петрозаводск, изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000 г, 322 с.
19. Объяснительная записка к государственной геологической карте СССР масштаба 1:200000 лист Р-XXVIII под ред. Соколова П.В, Москва, 1977
20. Объяснительная записка к государственной геологической карте СССР масштаба 1:200000 лист Р-XXIX под ред. Элькина О.Н., Архангельского Б.Н., Москва, 1983
21. Отчёт о результатах работ по объекту «ГДП-200 листов Р-36-XXVIII, XXIX (Подпорожская площадь); (объяснительная записка к Госгеолкарте-200 листа Р-36-XXVIII (Лодейное Поле)». Санкт-Петербург, 2014
22. Павловская Е. А., Потапович А. А. Строение и генезис котловин малых озер по данным георадиолокации и электротомографии // Тез. докл. V международной конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, 2017 г., с.565-569
23. Рудая Н.А. Палинологический анализ: учебно-методическое пособие , Новосиб. гос. ун-т, Ин-т археол. и этногр. СО РАН. Новосибирск, 2010. 48 с.
24. Хомутова В.И., Давыдова Н.Н, Раукас А.В., Румянцев В.А. История плейстоценовых озер Восточно-Европейской равнины Изд. Наука 1998 г, 411 с
25. Филимонова Л. В., Лаврова Н. Б. Палеогеография Заонежского полуострова в позднем плейстоцене и голоцене // Труды Карельского научного центра РАН № 4. 2015. С. 30–47

26. Шелехова Т.С., Васько О.В., Демидов И.Н. Развитие природной среды юго-западного прионежья в Голоцене // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.7. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004 С.226-232.
27. Шелехова Т. С., Васько О. В., Демидов И. Н. Палеоэкологические условия развития северо-западного Прионежья в позднеледниковье и голоцене // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.8. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005 С.149-157
28. Шелехова Т.С. Диатомовые водоросли – индикаторы естественной ацидофикации малых водоемов Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.9. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006 С.189-196
29. Шелехова Т.С. История развития озера Пертозеро в Южном Прионежье (по данным диатомового анализа) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.10. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007 С.207-212
30. Шитов М.В. Голоценовые трансгрессии Ладожского озера, автореферат на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук (25.00.01), Санкт-Петербург, 2007 г.
31. Saarnisto M., Grönlund T., Ekman I. Lateglacial of lake Onega – contribution to the history of the eastern Baltic basin // Quaternary International, Vol. 27, 1995, pp. 111-120
32. Saarnisto M., Saarinen T. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the Lake Onega Basin to the Salpausselkä End Moraines // Global and Planetary Change 31, 2001, pp. 387–405
33. Wohlfath B., Filimonova L., Bennike O., Björkman L., Brunnberg L., Demidov I., Lavrova N., Possnert G. Late-Glacial and Early Holocene Environmental and Climatic Change at Lake Tambichozero, Southeastern Russian Karelia // Quaternary Research 58, 2002, P. 261–272

Приложение 1. Каталог опорных разрезов Прионежья по литературным данным

№ точки на карте	№ точки исходный (авторский)	Местоположение (название) разреза	Абсолютная отметка кровли разреза	глубина кровли и разреза (м)	начало формирования разреза	Наличие "розового горизонта"	Датировка	материал	возраст	источник
1	1	Морская Масельга	97	7			C14	глинистые сапропели	10830±10	И.Н. Демидов, 2004 ¹
2	2	Пергуба	-15	48	ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л. н)					И.Н. Демидов, 2004 ¹
3	3	о. Сельг	-13	46	ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л. н)	да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
4	4	Нижнее Мягозеро	54	8		да	C14	ленточные глины	11570±310; 11325±95; 11505±145; 11530±145	И.Н. Демидов, 2004 ¹
5	5	Падмозеро, север	30	12		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
6	6	Падмозеро, Тявзия	39	3		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
7	7	Путкозеро, Фоймогуба 62°27'21" с. ш.,	34	3		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹

		35°07'49" в. д.)								
8	8	оз. Исаево	53	9		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
9	9	Р-2, о. Иванцов, 62°24.1'N, 35°46.4E	13	20	ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л. н)	да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
10	10	Губа Великая, Сибово	12	19		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
11	11	Р-4, о-ва Лосьи, Централь- ное Онего, 61°52.4N, 35°43.4E	-2	35		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
12	12	№8	-17	50		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
13	13	№3	-12	45		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
14	14	Р-7, 61°41.0N,35 °35.6E	-12	45	средний дриас и ранее (>12 тыс. л.н)	да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
15	15	Р-12, 61°27.0N, 35°51.8E	-20	53		да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
16	16	Р-8, 61°21.6N, 38°03.2E	-9	42	средний дриас и ранее (>12 тыс. л.н)	да				И.Н. Демидов, 2004 ¹

17	17	Киндасово			средний дриас и ранее (>12 тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2004 ¹
18	18	Сулажгора								И.Н. Демидов, 2004 ¹
19	19	Укшозеро				да				И.Н. Демидов, 2004 ¹
20	20	Турастамоз еро								И.Н. Демидов, 2004 ¹
21	21	Святуха								И.Н. Демидов, 2004 ¹
22	22	Пертозеро								И.Н. Демидов, 2004 ¹
23	23	Мегра								И.Н. Демидов, 2004 ¹
24	24	Филимони- ха 61°48'20 N; 36°28'E			ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2004 ¹
25	1	Горнозеро			средний дриас и ранее (>12 тыс. л.н)		C14	Раститель- ные остатки	9400± 100, 11500± 230	И.Н. Демидов, 2005 ²
26	2	Педозеро			средний дриас и ранее (>12 тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
27	3	Черное			молодой дриас и ранний					И.Н. Демидов, 2005 ²

					голоцен ($<10,8$ тыс. л.н)					
28	16	ламба в районе Волозера			молодой дриас и ранний голоцен ($<10,8$ тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
29	17	Куносозеро			молодой дриас и ранний голоцен ($<10,8$ тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
30	18	Кузьминс- кое			молодой дриас и ранний голоцен ($<10,8$ тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
31	19	Тамбичозе- ро 61°56 N,37°54 E	123		ранний аллерёд (11,8 - 11,5 тыс. л.н)		C14	растительн ые макрофосси лии	8915± 190; 9935± 150; 11250± 260; 11635± 225*	И.Н. Демидов, 2005 ² ; *Wohlfath et al., 2002 ¹¹
32	20	Пичозеро			молодой дриас и ранний голоцен ($<10,8$ тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
33	22	Педозеро			молодой дриас и ранний голоцен ($<10,8$ тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²

34	23	Кольцозеро			молодой дриас и ранний голоцен ($<10, 8$ тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
35	24	Лайнозеро			ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
36	25	Кодозеро			ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²
37	26	Малое Гурвич	198 м		ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л.н)		С14	1. алевроито- вые сапропели; 2. Сапро- пели с раст. остатками; 3. слоистые алевриты	1. 8650 \pm 120 , 9600 \pm 200; 2. 10300 \pm 120; 3. 11500 \pm 220*	И.Н. Демидов, 2005 ² , *Лаврова, 2006 ³
38	27	Четырехвер- стное			ранний аллерёд (11, 8 - 11, 5 тыс. л.н)		С14	Алеврито- вые сапропели	9400 \pm 130*	И.Н. Демидов, 2005 ² ; Лаврова, 2006 ³
39	29	р-н оз. Святозеро			поздний аллерёд (11,5- 10,8 л. н)					И.Н. Демидов, 2005
40	30	р-н оз. Святозеро			молодой дриас и ранний голоцен ($<10, 8$ тыс. л.н)					И.Н. Демидов, 2005 ²

41		Озеро Юксовское (болото)	53 -43				СПА, диато меи	озерные отложения под торфом	AT ₂ -SB ₃	Т.С. Шелехова и др., 2004 ⁵
							C14	Органическое вещество	6230±130	Т.С. Шелехова и др., 2004 ⁵
							C14	сапропель	2970±55	Т.С. Шелехова и др., 2004 ⁵
42		озеро Перхозеро			пребореал-бореал		C14	базальный слой сапропеля	9170±100	Т.С. Шелехова и др., 2004 ⁵
43		Безымянное озеро (62°39'03" с. ш., 35°31'52" в. д.)	134,5 м		изоляция озера с борела		диато меи			Т.С. Шелехова, 2006 ⁷
44		Пертозеро(60° 44' с. ш., 35° 50' в. д.)	95,8 м		изоляция с бёллинга		диато меи		Вб-Во	Т.С. Шелехова, 2007 ⁸
							C14	органогенные слои	1100±230 (глубина 570 см) *из Демидова, 2005	Т.С. Шелехова, 2007 ⁸
45	2	Суярлампи			аллерёд		C14	алевритовые сапропели	9700±200	Н.Б. Лаврова, 2006 ³
								гипновые мхи	10250±100, 11200±200	Н.Б. Лаврова, 2006 ³
46	1	Малое Безымянное			аллерёд		C14	алевритовые сапропели	10200±150	Н.Б. Лаврова, 2006 ³
								гипновые мхи	11500±150	Н.Б. Лаврова, 2006 ³

47		Шавнилам-пи (62°32' с. ш., 33°42' в.д.)	88,5 м (урез воды)		11400 л.н.			сапрпель	9780±420	Т.С. Шелехова, и др., 2005 ⁶
48		оз. Большое Хавгилам-пи						основания базального слоя песков, обогащенных органикой	10060±130	Т.С. Шелехова, и др., 2005 ⁶
								торф	9640 ± 100	Т.С. Шелехова, и др., 2005 ⁶
49		Экстремаргинальная дельта у пос. Гирвас	95-100 м							Т.С. Шелехова, и др., 2005 ⁶
50	2	Замошье (62°04'05" с. ш., 35°10'51" в.д.)	39 м н. у. м.				С14		6580 ± 80; 5210 ± 110; 4010 ± 70; 2050 ± 50;	Л.В. Филимонова, Н. Б. Лаврова, 2015 ⁴
51	3	Боярщина (62°04'14" с. ш., 35°11'41" в. д)	37 м н. у. м.							Л.В. Филимонова, Н. Б. Лаврова, 2015 ⁴
52	1	Lake Leukilampi (Ozero Leugii)	115, 3 м (урез воды)				С14, диатомеи	Глинистая гиттия	8790 ± 80 (545.5-547.5см) 9360 ± 80 (552-554 см)	М. Saarnisto, 1995 ⁹

53	2	Unnamed lake; south of the village of Morskaya Maselga	104 м				C14, диато мей	Гиттия	10,250 ± 100 (710-713 см); 10,180 ± 100 (713-716 см)	M. Saarnisto, 1995 ⁹
								Глинистая гиттия	10,830 ± 110 (749-752 см)	
54	3	Unnamed lake; 1. 2 km SW of Lake Upper Volozero	154.2 м				C14, диато мей	Гиттия	10,060 ± 100 (516-519 см); 10,530 ± 100 (557-560 см)	M. Saarnisto, 1995 ⁹
								Глинистая гиттия	10,190 ± 90 (544-547 см)	
55	P11	P11 (Core L1) 61°09.0N, 35°58.6E		29		нет				M. Saarnisto, 2001 ¹⁰

Источники:

1. Демидов И.Н. Донные отложения и колебания уровня Онежского озера в позднеледниковье / Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.7. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004 С.207-218.
2. Демидов И.Н. Деградация поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии Вып. 8. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005 г. с. 134-142
3. Лаврова Н. Б. Некоторые особенности состава спорово-пыльцевых спектров позднеледниковых отложений Олонецкого плато // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.9. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006 С.183-188

4. Филимонова Л. В., Лаврова Н. Б. Палеогеография Заонежского полуострова в позднем плейстоцене и голоцене // Труды Карельского научного центра РАН № 4. 2015. С. 30–47
5. Шелехова Т.С., Васько О.В., Демидов И.Н. Развитие природной среды юго-западного прионежья в Голоцене // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.7. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004 С.226-232.
6. Шелехова Т. С., Васько О. В., Демидов И. Н. Палеоэкологические условия развития северо-западного Прионежья в позднеледниковье и голоцене // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.8. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005 С.149-157
7. Шелехова Т.С. Диатомовые водоросли – индикаторы естественной ацидофикации малых водоемов Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.9. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006 С.189-196
8. Шелехова Т.С История развития озера Пертозеро в Южном Прионежье (по данным диатомового анализа) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.10. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007 С.207-212
9. Saarnisto M., Grönlund T., Ekman I. Lateglacial of lake Onega – contribution to the history of the eastern Baltic basin // Quaternary International, Vol. 27, 1995, pp. 111-120
10. Saarnisto M., Saarinen T. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the Lake Onega Basin to the Salpausselkä End Moraines // Global and Planetary Change 31, 2001, pp. 387–405
11. Wohlfath B., Filimonova L., Bennike O., Björkman L., Brunnberg L., Demidov I., Lavrova N., Possnert G. Late-Glacial and Early Holocene Environmental and Climatic Change at Lake Tambichozero, Southeastern Russian Karelia // Quaternary Research 58, 2002, P. 261–272